การนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารประเภทหอพัก
เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ
กรณีศึกษา : อาคารหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

A MODEL OF BUILDING ENVELOPE OF DORMITORY FOR THERMAL COMFORT CASE STUDY : DORMITORY OF KASETSART UNIVERSITY, BANGKHEN CAMPUS, BANGKOK

ชนาธิป มานิจสิน
JANADHIP MANICHSIN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-988-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารประเภทหอพัก เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ

กรณีศึกษา : อาคารหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

A MODEL OF BUILDING ENVELOPE OF DORMITORY FOR THERMAL COMFORT

CASE STUDY : DORMITORY OF KASETSART UNIVERSITY, BANGKHEN CAMPUS, BANGKOK

ชนาธิป มานิจสิน

JANADHIP MANICHSIN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47495
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ค. 2548

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-988-7

A MODEL OF BUILDING ENVELOPE OF DORMITORY FOR THERMAL COMFORT

CASE STUDY : DORMITORY OF KASETSART UNIVERSITY, BANGKHEN CAMPUS, BANGKOK

JANADHIP MANICHSIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-648-988-7

COPY RIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารประเภทหอพัก เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ กรณีศึกษา : อาคารหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นางสาวชนาธิป มานิจสิน
รหัสประจำตัว	40063104
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ สุภาวดี รัตนมาศ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ กุสุมา ธรรมธำรง

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการวิจัยเพื่อนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมกับระดับสภาวะความสบายเชิงอุณหภูมิสำหรับอาคารประเภทหอพัก โดยเหตุผลที่ว่าในปัจจุบันการออกแบบอาคารประเภทหอพักนั้น ยังไม่มีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิภายในและการระบายอากาศที่เพียงพอที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความสบาย ซึ่งสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมินี้หมายถึงสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศในระดับที่พอเหมาะที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสบาย ไม่ร้อนหรือหนาวจนเกินไป

ในการสร้างสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ สิ่งต่างๆที่ถูกนำมาพิจารณา คือ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ ความชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature; MRT) และความเร็วลม ซึ่งโดยพื้นฐานร่างกายมนุษย์จะแผ่รังสีความร้อนไปทุกๆที่ที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าร่างกายและจะถูกทำให้ร้อนโดยสิ่งรอบๆที่มีอุณหภูมิสูงกว่าร่างกาย ดังนั้นอุณหภูมิที่พื้นผิวเปลือกอาคารซึ่งร่างกายคนเราเข้ามาเกี่ยวข้องจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการที่จะบรรลุถึงสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศและความเร็วลมได้โดยการออกแบบเปลือกอาคาร (Building Envelope)

จากการศึกษาอาคารกรณีศึกษา พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารค่อนข้างสูงแม้ว่าตัวอาคารจะตั้งอยู่ในทิศทางที่รับลมแล้วก็ตาม ประกอบกับพฤติกรรมของผู้พักอาศัยส่วนมากนิยมปิดกั้นช่องเปิดด้านที่ต่อเนื่องกับทางเดินหน้าห้องพักเพื่อความเป็นส่วนตัว ทำให้ลมที่พัดเข้ามาในห้องมีปริมาณน้อยลง ส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์จากกระแสลมเพื่อการระบายความร้อนภายในอาคารไม่มีประสิทธิภาพ

นอกเหนือจากรูปทรงและการวางตำแหน่งทิศทางของอาคารที่เหมาะสมตามหลักของการออกแบบเบื้องต้นแล้ว อาคารที่นำเสนอสำหรับงานวิจัยนี้ได้ถูกออกแบบให้มีสาระสำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรกจะเน้นการออกแบบเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารทางด้านเปลือกอาคาร โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนผนังทึบ จะมีค่าการต้านทานความร้อน (Thermal Resistance) สูง และค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อน (Coefficient of Thermal Transmittance) ต่ำ ส่วนผนังโปร่งแสงหรือช่องเปิด จะมีค่าการต้านทานความร้อนสูง ค่าสัมประสิทธิ์ของการบังเงา (Shading Coefficient) ต่ำ และมีค่าการส่งผ่านของแสง (Light Transmission) สูง และสุดท้ายในส่วนของหลังคา จะมีค่าการต้านทานความร้อนสูงและค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนต่ำเช่นเดียวกับผนังทึบ ประการที่สอง นำเสนอตำแหน่งของช่องเปิดในลักษณะการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation) ด้วยช่องเปิดที่มีประสิทธิภาพการระบายอากาศที่ดี อยู่ในระดับความสูงช่วงตัว (Body Height) ของมนุษย์ ในสัดส่วนร้อยละ 43 ของพื้นที่ผนัง และประการสุดท้าย นำเสนอรูปแบบและลักษณะของอุปกรณ์บังแดดดังนี้ คือ ทิศใต้เป็นแผงบังแดดทางนอน ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นแผงบังแดดทางตั้งผสมกับแผงบังแดดทางนอน และทิศเหนือเป็นแผงบังแดดทางนอน

ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบเปลือกอาคารที่นำเสนอสำหรับงานวิจัยนี้ มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารลดลง 1.3 เท่า หรือ 24.68 เปอร์เซ็นต์จากอาคารเดิม และมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาลดลง 3.5 เท่า หรือ 71.25 เปอร์เซ็นต์จากอาคารเดิม อีกทั้งมีประสิทธิภาพการระบายอากาศสำหรับห้องพักดีขึ้น และอุปกรณ์บังแดดสามารถป้องกันแสงแดดตรงสำหรับช่องเปิดได้เป็นอย่างดี จากแนวทางการออกแบบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การออกแบบเปลือกอาคารและการจัดช่องเปิดที่เหมาะสมจะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางเปลือกอาคารลงได้ และช่วยให้ภายในห้องพักมีการระบายอากาศที่ดี ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารเย็นลง ทำให้ผู้พักอาศัยรู้สึกเสมือนว่าสภาวะอากาศในอาคารเข้าใกล้ระดับสภาวะความสบายทางอุณหภูมิมากยิ่งขึ้น

Thesis Title	A Model of Building Envelope of Dormitory for Thermal Comfort. Case Study : Dormitory of Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok
Student	Ms. Janadhip Manichsin
Student ID.	40063104
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2002
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Suphawadee Ratanamart
Thesis Co –advisor	Assoc. Prof. Kusuma Dhammadamrong

ABSTRACT

This thesis investigates types of building envelope suitable for thermal comfort. It is evident that the problem of building design to provide its dwellers' comfort by reduction of temperature and increase air ventilation has not been solved. The thermal comfort in question relates to the appropriate level of heat and humidity allowing comfortable temperature i.e. not too hot or too cold. The research focuses on a dormitory design of building.

Factors of consideration when discussing thermal comfort include air temperature, humidity, means radiant temperature (MRT) and wind velocity. Basically, human body would spread its body temperature to its cooler surrounding or absorb heat from its surrounding environment. This leads to the hypothesis that the temperature of the building envelope is important to the thermal comfort and that it is feasible to control temperature and wind velocity via the design of the building itself.

A case building studies found hot, even the building situated against the wind, but the internal building temperature still too high, due to the human behavior created something to blocked the open hole (channel) continuity to the walk way in front of their rooms for privacy reason. So less wind flow through the living room, not enough to reduce the room temperature.

The researcher founds that internal temperature of the building is relatively high despite its location and configuration. Other 3 mains points in designed were also studied, which are

1. The design which concentrates on reduction of heat transmitted via building envelope (walls), which could be further divided into 3 categories:-
    1.1 Solid wall – which has a high thermal resistant value (R-Value) but low Coefficient of thermal transmittance (U-Value);
    1.2 Clear or void wall – which has a high thermal resistant value (R-Value) but low shading Coefficient (SC). This is because it allows a high light transmission; and
    1.3 Roof surface – which has a high thermal resistant value (R-Value) but low Coefficient of thermal transmittance (U-Value), as in the case of solid wall.
2. The use of openings to allow cross ventilation for better wind flow. Such opening must be at the body height in a ratio of 43% of the wall space. The use of clear material is recommended.
3. Shading design to block sun rays. Horizontal shades are recommended for the north and south while a combination of horizontal and vertical shades are for the east and west.

The study founds that the above building envelope design has decrease overall thermal transfer value (OTTV) 1.3 or 24.68%. Such the figures are lower than the previous design. Moreover, the ventilation behavior has improved while the shades work effectively well. It can then be concluded that the suggested design would help to decrease overall thermal transfer value (OTTV) via building envelope and improve wind ventilation, resulting in lower temperature inside the building. This undoubtedly provides a greater thermal comfort for the dormitory's dwellers.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากรองศาสตราจารย์ สุภาวดี รัตนมาศ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ กุสุมา ธรรมธำรง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อนุสรณ์ จ๋วงพานิช ดร. สมชาย ศรีสมพงษ์ และ คุณพงษ์พัฒน์ มั่งคั่ง ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางและให้ข้อมูลประกอบแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณกาญจน์รวี ทองพูล กองการต่างประเทศ การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้ข้อมูลประกอบแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ หน่วยหอพัก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอาคารกรณีศึกษา และอนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศภายในอาคาร

ขอขอบคุณ อรวลี อมรลีตระกูล และ อานนท์ วัชรพาหะ ที่ช่วยเหลือเก็บข้อมูลสภาพอากาศอาคารกรณีศึกษา

ขอขอบคุณ สุวิชา เบญจพร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา ที่ช่วยเหลือจนภาคนิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชนาธิป มานิจสิน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....XI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....3

1.4 ขอบเขตและแนวทางของการวิจัย..... 3

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย..... 4

1.6 ข้อจำกัดในการวิจัย 4

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 5

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 สภาพภูมิอากาศและสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ..... 7

2.1 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย.....7

2.2 สภาพภูมิอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร..... 8

2.3 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ..... 11

2.4 มาตรฐานการวัดความสบายทางด้านอุณหภูมิ..... 12

2.5 ค่าอุณหภูมิสบายในเขตกรุงเทพมหานคร.....17

บทที่ 3 หอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน..... 18

3.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ..... 21

3.2 รายละเอียดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร.....28

3.3 พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร..... 36

3.4 วัสดุประกอบอาคาร..... 37

3.5 พื้นที่เปลือกอาคาร..... 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของเปลือกอาคาร..... 39

3.7 ข้อมูลสภาพอากาศของอาคารกรณีศึกษา..... 53

3.8 การทดสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร..... 64

3.9 สรุปผลการศึกษาอาคารกรณีศึกษา.....65

3.10 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา..... 67

บทที่ 4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสบายทางด้านอุณหภูมิ..... 68

4.1 พลังงานความร้อน.....68

4.2 รูปทรงและเส้นรอบรูปของกรอบอาคาร.....69

4.3 การวางตำแหน่งทิศทางของอาคาร.....72

4.4 แนวทางการออกแบบเปลือกอาคารเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร..... 74

4.5 ฉนวนกันความร้อน..... 80

4.6 กระแสลมและการระบายอากาศ.....82

4.7 การออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร..... 91

4.8 พระราชบัญญัติและกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง..... 98

4.9 การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 107

บทที่ 5 ภาคการออกแบบ.....109

5.1 ลักษณะการใช้สอยและองค์ประกอบของโครงการ.....110

5.2 การกำหนดโซนอาคาร..... 115

5.3 องค์ประกอบแกนอาคาร.....115

5.4 แนวความคิดในการออกแบบ.....120

5.5 รูปแบบอาคารที่นำเสนอ..... 120

บทที่ 6 การทดสอบและประเมินผล.....133

6.1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุประกอบอาคาร..... 133

6.2 การคำนวณและเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม..... 136

6.3 การคำนวณและเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร..... 136

6.4 การคำนวณและตรวจสอบพฤติกรรมการระบายอากาศ..... 141

6.5 การทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดด..... 147

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 149

บรรณานุกรม 155

ภาคผนวก 157

ภาคผนวก ก. ระเบียบหอพักนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2538 158

ภาคผนวก ข. การทดสอบหารูปแบบอาคารที่เหมาะสมตามหลักการของมาโฮนีย์ 161

ภาคผนวก ค. การประเมินผลโดยโปรแกรม OTTV 1.0a 174

ภาคผนวก ง. การประเมินผลโดยโปรแกรม ARCHIPAK 6.0 182

ประวัติผู้เขียน 187

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารทางทิศเหนือและทิศใต้ของอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารเดิม.....134

6.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารเดิม.....134

6.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารที่เป็นห้องน้ำของอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารเดิม.....134

6.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังภายในอาคารของอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารเดิม..... 135

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	18
3.2	รูปด้านทิศเหนือของอาคาร	19
3.3	รูปด้านทิศตะวันออกของอาคาร	19
3.4	รูปด้านทิศใต้	20
3.5	รูปด้านทิศตะวันตกของอาคาร	20
3.6	แสดงที่ตั้งโครงการ	22
3.7	แสดงการจัดพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	23
3.8	แสดงเครือข่ายทางเดินรถภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	24
3.9	แสดงเส้นทางการเดินรถสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	25
3.10	แสดงแนวเขตควบคุมของผังแม่บท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	26
3.11	แสดงสภาพแวดล้อมรอบอาคารกรณีศึกษา	27
3.12	แสดงแบบอาคารหอพักชายที่ 14	29
3.13	แสดงแบบขยายห้องพักภายในอาคารหอพักชายที่ 14	33
3.14	แสดงแบบจำลองอาคารหอพักชายที่ 14	34
3.15	แสดงผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีลิ้นคู่เป็นกระจก	39
3.16	แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก	40
3.17	แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบด้านนอกทำผิวกรวดล้าง	41
3.18	แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบด้านในบุกระเบื้องเซรามิค	42
3.19	แสดงผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก	43
3.20	แสดงประตูบานเปิดคู่ ตัวบานโครงเหล็กฉาก	44
3.21	แสดงประตูบานเปิดคู่ กรอบบานไม้จริงลูกฟักกระจกใส	44
3.22	แสดงประตูบานเปิดเดี่ยว บานไม้จริง พร้อมช่องระบายอากาศ	45
3.23	แสดงหน้าต่างบานเปิดคู่ บานไม้จริงลูกฟักกระจกใส	45
3.24	แสดงหน้าต่างบานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า หนา 6 ม.ม. (สูง 1.60 ม.)	46
3.25	แสดงหน้าต่างบานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า หนา 6 ม.ม. (สูง 1.00 ม.)	46
3.26	แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องระบายอากาศ	47
3.27	แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องแสงติดตาย	47
3.28	แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องระบายอากาศ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.29	แสดงหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.20 เมตร	49
3.30	แสดงหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.22 เมตร	50
3.31	แสดงอุปกรณ์บังแดดด้านหน้าอาคาร (ทิศเหนือ)	51
3.32	แสดงอุปกรณ์บังแดดด้านหลังอาคาร (ทิศใต้)	52
3.33	กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 21 มีนาคม 2541	55
3.34	กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 มิถุนายน 2541	55
3.35	กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 กันยายน 2541	56
3.36	กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 ธันวาคม 2541	56
3.37	กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 21 มีนาคม 2541	58
3.38	กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 มิถุนายน 2541	58
3.39	กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 กันยายน 2541	59
3.40	กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 ธันวาคม 2541	59
3.41	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 21 มีนาคม 2541	61
3.42	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 มิถุนายน 2541	61
3.43	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 กันยายน 2541	62
3.44	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 ธันวาคม 2541	62
3.45	แสดงสัดส่วนขององค์ประกอบต่างๆภายในอาคาร	65
4.1	แสดงรูปร่างอาคารทรงสี่เหลี่ยมที่เหมาะสมในแต่ละเขตภูมิอากาศ	70
4.2	แสดงทิศทางการเปิดช่องเปิดที่เหมาะสมสำหรับอาคารทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแต่ละเขตภูมิอากาศ	71
4.3	แสดงทิศทางลมในเขตกรุงเทพมหานคร	73
4.4	แสดงรูปแบบทั่วไปของการเคลื่อนที่ของกระแสลม	84
4.5	แสดงการกระจายของกระแสลมภายในห้องจากทิศทางลมและขนาดของช่องเปิด	85
4.6	Effect of wing walls on indoor air speed	87
4.7	แสดงลักษณะการไหลของอากาศผ่านห้องที่มีผนังกั้นภายในในรูปแบบต่างๆ	88
4.8	แสดงรูปแบบการระบายอากาศทางปล่อง	89
4.9	แสดงค่าประกอบประสิทธิภาพของช่องเปิดแบบต่างๆ	90
4.10	แสดงรูปแบบของอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆที่สัมพันธ์กับการเกิดหน้ากากเงา	91

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.11	รูปตัดห้องพัก (อาคารเดิม) และระยะอุปกรณ์บังแดดจากการคำนวณ	97
4.12	แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบจากวัสดุ n ชนิด	100
4.13	แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารที่มีช่องว่างอากาศภายใน	100
5.1	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของโครงการ	110
5.2	แสดงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์และกระแสลมที่มีผลต่อที่ตั้งโครงการ	118
5.3	แสดงการจัดวางโซนที่มีผลมาจากสิ่งแวดล้อมและการใช้งานของโครงการ	119
5.4	แสดงแบบอาคารหอพักที่นำเสนอ	123
5.5	แสดงแบบขยายห้องพักอาคารหอพักที่นำเสนอ	127
5.6	แสดงระยะอุปกรณ์บังแดดอาคารหอพักที่นำเสนอ	128
5.7	แสดงแบบจำลองอาคารหอพักที่นำเสนอ	129
5.8	แสดงแบบขยายผนังทิศเหนือ – ทิศใต้	131
5.9	แสดงแบบขยายผนังทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก	131
5.10	แสดงแบบขยายผนังห้องน้ำ	132
5.11	แสดงแบบขยายผนังภายในอาคาร	132
6.1	แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารนำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษา (มีนาคม)	137
6.2	แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารนำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษา (มิถุนายน)	138
6.3	แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารนำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษา (กันยายน)	139
6.4	แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารนำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษา (ธันวาคม)	140
6.5	แสดงรูปแบบโต๊ะน้ำ	142
6.6	ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารเดิม)	143
6.7	รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารเดิม)	143
6.8	ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารเดิม)	144
6.9	รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารเดิม)	144

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
6.10	ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารนำเสนอ)	145
6.11	รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารนำเสนอ)	145
6.12	ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารนำเสนอ)	146
6.13	รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารนำเสนอ)	146
6.14	แสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดทางทิศเหนือ	147
6.15	แสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดทางทิศใต้	148

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

จากข้อมูลของสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระบุว่า อาคารประเภทที่พักอาศัยบริโภคปริมาณกระแสไฟฟ้าประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของการผลิตกระแสไฟฟ้ารวมของทั้งประเทศ ซึ่งในปี พ.ศ. 2534 ปริมาณไฟฟ้า 25 เปอร์เซ็นต์นี้ มีปริมาณถึง 2,350 เมกะวัตต์ หรือประมาณ 20,500 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี [1] และในจำนวนนี้สัดส่วนของไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ พัดลม และหลอดไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่าง มีปริมาณถึง 45 เปอร์เซ็นต์ของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารพักอาศัยทั้งหมด ดังนั้นหากอาคารพักอาศัยเหล่านี้ได้รับการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้มีการระบายอากาศและการลดความร้อนภายในอาคารที่เพียงพอก็สามารถลดการใช้ไฟฟ้าจำนวนนี้ลงได้อย่างมาก

ในปัจจุบันการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภทหอพักนั้น ยังไม่มีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิภายในของตัวอาคารที่เพียงพอ อันเป็นสาเหตุให้ผู้ที่อยู่อาศัยเกิดความรู้สึกอึดอัด ไม่สบาย ซึ่งแท้ที่จริงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในบางช่วงเวลา จะมีอุณหภูมิที่อยู่ในขอบเขตของความสบายอยู่แล้ว ดังนั้นจึงควรนำเอาประโยชน์ของสภาพอากาศดังกล่าวเข้ามาช่วยแก้ไขภาวะความไม่สบายแก่ผู้อยู่อาศัยในอาคารให้มากที่สุด

งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะนำเสนอรูปแบบของเปลือกอาคารพักอาศัยประเภทหอพักเพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิแก่ผู้อยู่อาศัยขึ้น โดยเน้นถึงการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับสภาพการอยู่อาศัยเข้ามาแก้ไขปัญหาทางด้านอุณหภูมิภายในของตัวอาคาร

หอพัก หมายถึง สถานที่ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อรับผู้พักตามพระราชบัญญัติหอพัก พ.ศ.2507 ซึ่งได้แก่ หอพักเอกชนที่รับนักเรียน นิสิต หรือนักศึกษาเข้าพัก ได้แก่ หอพักเอกชนที่รับนักเรียน นิสิต หรือนักศึกษา เข้าพักตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป และนักเรียน นิสิต นักศึกษา ในที่นี้หมายความรวมถึงนักเรียน นิสิต หรือนักศึกษา ในโรงเรียนเอกชนที่สอนวิชาเสริมสวย วิชาช่างกล วิชาตัดเย็บเสื้อผ้า หรือวิชาชีพอย่างอื่น ซึ่งได้รับอนุญาติจัดตั้งตามพระราชบัญญัติโรงเรียนราษฎร์ พ.ศ. 2497 ด้วย

ส่วนลักษณะของอาคารประเภทหอพักสำหรับงานวิจัยนี้ จะมุ่งศึกษาถึงหอพักของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และมีลักษณะเป็นตึกโดด[2] ซึ่งหมายถึงตึกที่ปลูกอยู่หลังเดียวโดดๆ

---

[1] TG Cadabra. **Energy - Efficient Design of Buildings in Thailand.** 2nd Ed. Bangkok : Thai Gypsum Products Public Company Limited. 1995. p.6.

[2] สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. **รายงานการสำรวจหอพัก พ.ศ. 2537.** กรุงเทพฯ : สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2538. หน้า 1.

สำหรับหอพักของสถาบันอุดมศึกษาที่จัดให้แก่นิสิตนักศึกษา นับเป็นบริการที่สำคัญประการหนึ่ง และเป็นโอกาสที่ดีอย่างยิ่งต่อสถาบันนั้นๆ ที่จะใช้หอพักเป็นสถานที่เสริมสร้างบัณฑิตที่มีความเพียบพร้อมไปด้วยลักษณะที่พึงปรารถนา มีคุณธรรม จริยธรรม และมุ่งมั่นที่จะใช้วิชาการให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมในอนาคต ดังนั้นหอพักจะเป็นแหล่งที่มหาวิทยาลัยจะให้ทั้งความรู้ การปรับปรุงบุคลิกภาพ ความมีระเบียบวินัย และการแสดงออกทั้งทางกาย วาจาและใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของมูลเลอร์ (Mueller 1961 : 177) ที่ว่า *"ประโยชน์ของหอพักในสถาบันการศึกษานอกเหนือจากเป็นที่พักอาศัยแล้ว ยังเป็นสถานที่ส่งเสริมทางวิชาการและพัฒนาบุคคลด้วย"*

ส่วนทางด้านสภาพแวดล้อมโดยรอบนั้น ในทางทฤษฎีแล้ว ตัวแปรอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาวะน่าสบาย อาจแบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ ความเหมาะสมทางด้านอุณหภูมิ ปริมาณความเร็วลมที่พัดผ่าน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่างตัวเรากับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนแต่มีผลต่อสภาวะความสบายของคนเราทั้งสิ้น

กล่าวคือ ถ้าเราสามารถออกแบบวางผังอาคารและเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของอิทธิพลทางด้านสภาวะแวดล้อมทั้ง 4 ประการที่กล่าวมาแล้ว อาคารที่เราทำการออกแบบนี้ก็จะมีความเหมาะสมกับการใช้งาน นอกจากจะคำนึงถึงความสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยแล้ว ยังช่วยประหยัดพลังงานในการปรับปรุงสภาพอากาศภายในอาคารให้เหมาะสมกับผู้อยู่อาศัยอีกด้วย

<u>รายละเอียดของอาคารกรณีศึกษา</u> : หอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดให้มีหอพักนิสิตเพื่อให้นิสิตได้มีโอกาสอยู่ร่วมกันกับเพื่อนนิสิต เป็นการอบรมให้มีน้ำใจรักหมู่คณะ รู้จักการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย และได้ฝึกหัดปฏิบัติงานตามความต้องการในหลักสูตรโดยสะดวก[1]

อาคารหอพักชายที่ 14 เป็นอาคารตึก สูง 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 4,787.0 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องพักนิสิตจำนวน 60 ห้อง ขนาดห้องละ 4.00 x 7.00 เมตร โครงสร้างหลักของอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นคอนกรีตหล่อกับที่ ผนังภายนอกก่ออิฐมอญ ฉาบปูนเรียบทาสีน้ำพลาสติก ผนังภายในเป็นกระเบื้องแผ่นเรียบทาสีน้ำพลาสติก ห้องน้ำบุด้วยกระเบื้องเซรามิคทั้งพื้นและผนัง ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดทาสีพลาสติก เคร่าฝ้าไม้ยางอาบน้ำยา ประตูบานไม้จริงทารักษาเนื้อไม้ หน้าต่างภายนอกและภายในเป็นบานเปิดคู่ลูกฟักกระจกใสและบานเกล็ดปรับองศา วงกบประตูและหน้าต่างไม้เนื้อแข็ง หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่

---

[1] ดูภาคผนวก ก.

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะเสนอแนะรูปแบบเปลือกอาคารสำหรับอาคารพักอาศัยประเภทหอพัก ในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 ลดปัญหาทางด้านพลังงานที่จะนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า เช่น น้ำมัน น้ำจากเขื่อน ถ่านหิน ฯลฯ ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป และในส่วนหนึ่งเพื่อลดพลังงานที่เราต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยการนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารประเภทหอพักที่เหมาะสมเพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ มีส่วนให้การใช้พัดลมเพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิและการระบายอากาศภายในห้องพักในปริมาณที่น้อยลง หรือสามารถลดจำนวนชั่วโมงในการใช้งานของพัดลมลงได้ ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าลงได้ในส่วนหนึ่ง และช่วยลดปัญหาทางด้านพลังงานที่เป็นปัญหาระดับชาติลงได้ในระดับหนึ่งด้วย

1.2.2 นำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารประเภทหอพัก เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิแก่ผู้พักอาศัย ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย โดยนำเสนอวัสดุของเปลือกอาคารในส่วนต่างๆ เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบายทางด้านอุณหภูมิตามเกณฑ์

1.2.3 นำเสนอตำแหน่งและวัสดุของช่องเปิดที่เอื้ออำนวยให้เกิดความสบายทางด้านอุณหภูมิ

1.2.4 นำเสนอรูปแบบและลักษณะอุปกรณ์บังแดดที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแดด

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

รูปแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ จะมีผลทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารลดลง ส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าสำหรับการปรับสภาวะภายในห้องพักให้เกิดความสบายมีปริมาณลดลง

1.4 ขอบเขตและแนวทางของการวิจัย

เนื่องจากอาคารประเภทหอพักนักศึกษานั้นมีอยู่มากมาย ซึ่งล้วนมีที่ตั้งและสภาพอากาศต่างๆ กันออกไป ดังนั้นจึงได้กำหนดขอบเขตและแนวทางของการวิจัยไว้ดังนี้

1.4.1 การนำเสนอรูปแบบของอาคารหอพักเพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ ได้กำหนดอาคารกรณีศึกษา โดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

1.4.1.1 ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

1.4.1.2 การใช้งานของอาคาร กำหนดให้เป็นไปตามลักษณะที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

1.4.2 นำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ เพื่อความสบายแก่ผู้อยู่อาศัย โดยมุ่งเน้นในเรื่องอุณหภูมิน่าสบายเป็นสำคัญ

1.4.3 สำหรับงานวิจัยนี้จะไม่นำเอาความชื้นเข้ามาเกี่ยวข้อง

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดวิธีการและขั้นตอนในการวิจัยออกเป็น 4 ช่วงด้วยกัน คือ

1.5.1 <u>ช่วงที่ 1</u> สำรวจและเก็บข้อมูลของอาคารเดิม

1.5.1.1 ศึกษาสภาพภูมิอากาศและสภาวะความสบายของที่ตั้ง

1.5.1.2 ศึกษาวัสดุประกอบอาคาร ระเบียงกันสาด อุปกรณ์บังแดด พื้นที่ใช้สอย ช่องเปิด รวมถึงช่วงเวลาในการใช้งานภายในห้องพัก และข้อมูลสภาพอากาศของอาคาร พร้อมทั้งคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุประกอบอาคาร

1.5.1.3 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

1.5.2 <u>ช่วงที่ 2</u> ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5.2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสนอแนวความคิดเพื่อแก้ปัญหาความสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่อาคารกรณีศึกษา

1.5.2.2 วิเคราะห์หารูปแบบเปลือกอาคารและวัสดุที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาความสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคาร

1.5.3 <u>ช่วงที่ 3</u> ออกแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมกับโครงการ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ มาทำการนำเสนอรูปแบบที่สามารถแก้ปัญหาความสบายทางด้านอุณหภูมิที่เกิดขึ้น

1.5.4 <u>ช่วงที่ 4</u> วิเคราะห์และประเมินผลการออกแบบอาคาร

1.5.4.1 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุเปลือกอาคารและค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารระหว่างรูปแบบที่นำเสนอกับรูปแบบของอาคารเดิม

1.5.4.2 ตรวจสอบพฤติกรรมของการระบายอากาศที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับอาคารเดิม โดยการคำนวณและทำแบบจำลองขึ้นเพื่อทำการทดสอบ

1.5.4.3 ตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดที่นำเสนอเมื่อเทียบกับอาคารเดิม โดยการทำแบบจำลองขึ้นเพื่อการทดสอบ

1.6 ข้อจำกัดในการวิจัย

1.6.1 ตัวแปรทางด้านสภาพภูมิอากาศในงานวิจัยนี้ จะถือเอาสถิติของสภาพอากาศระหว่างปี พ.ศ.2534 - 2543 (ค.ศ.1991 - 2000) ของกรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolis) มาใช้ในการทำวิจัย โดยจะถือว่าค่าต่างๆที่นำมาใช้นั้นครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดในเขตกรุงเทพมหานคร

1.6.2 การนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมเพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมินี้ ใช้การคำนวณและประเมินผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวัดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.6.3 สำหรับการระบายอากาศจะขอเสนอแนวความคิดในการระบายอากาศเชิงเปรียบเทียบให้เห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารลงเท่านั้น

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

หอพักนักศึกษา หมายถึง หอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ผู้ใช้อาคาร หมายถึง ผู้ที่ประกอบกิจกรรมอยู่ในอาคาร ในงานวิจัยนี้หมายถึง นักศึกษาที่เข้าพักในอาคารหอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ความสบายทางอุณหภูมิ หมายถึง คุณภาพของสภาพอากาศที่เพียงพอจะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบาย ไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป และไม่มีเหงื่อออกตามร่างกาย

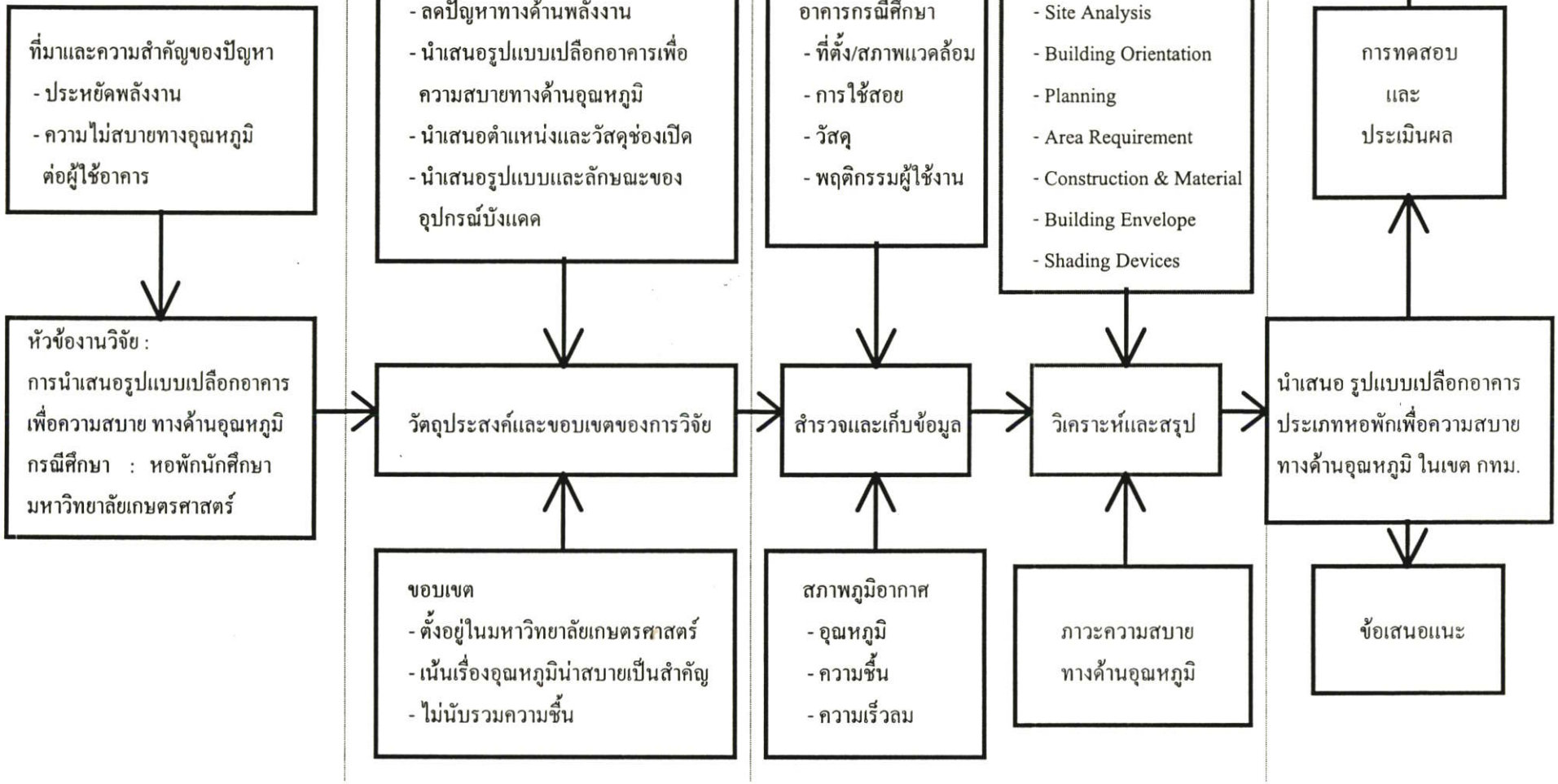
เขตกรุงเทพมหานคร หมายถึง เขตพื้นที่ของจังหวัดกรุงเทพมหานครซึ่งตั้งอยู่บริเวณละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก ที่สามารถใช้ข้อมูลตัวแปรทางสภาพแวดล้อม อันได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและผลกระทบของการแผ่รังสี จากค่าสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยาเดียวกันได้

อาคารขนาดใหญ่ หมายถึง อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตร ขึ้นไป และมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร โดยการวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

คาดว่างานวิจัยนี้ จะทำให้ภาครัฐบาล ภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปเป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบอาคารหอพักนักศึกษาที่เหมาะสมกับการใช้งานและสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย เพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักศึกษาต่อไป

แผนการดำเนินการวิจัย



บทที่ 2

สภาพภูมิอากาศและสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

อาคารที่ดีควรตอบสนองในเรื่องประโยชน์ใช้สอยและความสบายของผู้อยู่อาศัยเป็นสำคัญ ดังนั้นในการออกแบบอาคารจึงควรให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว เราจึงต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคาร และนำมาใช้ในการพิจารณาในการออกแบบเพื่อให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้อาคารเป็นสำคัญ

2.1 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในคาบสมุทรอินโดจีน ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด (Latitude) 5 องศาเหนือ ถึง 21 องศาเหนือและลองจิจูด (Longitude) 97 องศาตะวันออก ถึง ลองจิจูด 106 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 514,000 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากที่ตั้งของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน (Tropical Zone) ใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับแสงตั้งฉากของดวงอาทิตย์เกือบตลอดปี ทำให้บริเวณส่วนใหญ่ของประเทศมีอุณหภูมิสูงตลอดปี ส่วนสภาพอากาศจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Hot Humid Climate)[1]

ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป[2] จะมีฤดูประจำในรอบปี 3 ฤดูคือ ในฤดูร้อนจะมีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทยและประเทศไทยทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ในช่วงเวลานี้ผิวโลกที่ประเทศไทยตั้งจะอยู่เอียงเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดในรอบปี ภูมิอากาศโดยทั่วไปร้อนและแห้งแล้ง มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 38.0 องศา-เซลเซียส เดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายน เพราะเป็นเดือนที่แสงจากดวงอาทิตย์ส่องตรงประเทศไทยมากที่สุด ส่วนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมจะเป็นฤดูฝน จะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวเบงกอล (Bay of Bengal) ทะเลอันดามัน (Andaman Sea) และมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean) พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย ในช่วงเวลานี้อุณหภูมิจะไม่สูงมาก แต่จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และในฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีลมมรสุมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเวลานี้จะไม่มีฝนตกเกือบทุกภาคของประเทศ อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 18.0 องศาเซลเซียส

---

[1] ภูมิอากาศร้อนชื้น (Hot Humid Climate) คือบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 18.0 องศาเซลเซียส และมีฝนตกชุกมาก อัตราของน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 784.4 นิ้ว ความชื้นสัมพัทธ์ 55 - 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างในฤดูกาลน้อย ในฤดูร้อนอากาศร้อนจัด สภาพพื้นดินเขียวชอุ่ม มีพันธุ์ไม้ต่างๆมากมายและงอกงามตลอดปี ระดับน้ำใต้ดินสูง สภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก แต่ในฤดูร้อนมีเมฆน้อยลง ท้องฟ้าสว่าง แดดแรงกล้า

[2] วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2531. หน้า 23.

2.2 สภาพภูมิอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก จัดเป็นพื้นที่ราบลุ่มตอนกลางของประเทศไทยหรือที่เรียกกันว่า *"แหลมอินโดจีน"* ภูมิอากาศส่วนใหญ่จึงได้รับลมมรสุม ในฤดูร้อนจะมีลมประจำคือลมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย ในฤดูหนาวจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดมาจากประเทศจีน มีฤดูกาลประจำในรอบปี 3 ฤดู คือ

1. ฤดูร้อน

เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ในระยะนี้อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในฤดูอื่นๆเนื่องจากบริเวณที่กรุงเทพฯตั้งอยู่จะเอียงเข้าหาดวงอาทิตย์ ในฤดูนี้จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29.5 องศาเซลเซียส ส่วนในปลายฤดูซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝน อุณหภูมิจะลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 71.0 เปอร์เซ็นต์

2. ฤดูฝน

เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะได้รับลมมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งนำเอาฝนจำนวนมากมาจากมหาสมุทรอินเดีย ความร้อนจะไม่เพิ่มมากในฤดูนี้ แต่จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นมาก โดยในฤดูนี้อุณหภูมิเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 29.0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย 76.0 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าช่วงอื่นในรอบปี

3. ฤดูหนาว

เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม กรุงเทพมหานครจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระยะนี้จะมีฝนตกน้อยมากแม้ว่าจะได้รับอิทธิพลของลมหนาวที่พัดมาจากประเทศจีน แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิในเขตกรุงเทพฯสำหรับฤดูหนาวกับฤดูต่างๆมีน้อย ในฤดูนี้อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าประมาณ 27.0 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 68.0 เปอร์เซ็นต์

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศและสถิติทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาเป็นข้อจำกัดในการออกแบบนั้น สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณาสภาพปกติซึ่งคาดว่าจะเป็นตัวกลางของสภาวะอากาศต่างๆ ไม่พิจารณาเฉพาะสภาพเลวสุดหรือดีสุด เพราะสภาพดังกล่าวไม่ใช่สภาวะโดยเฉลี่ย ซึ่งแตกต่างกับการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะออกแบบเพื่อรับสภาพที่มีปัญหามากที่สุดไว้ก่อน แต่ในทางสถาปัตยกรรมมิได้เป็นเช่นนั้น การเตรียมข้อจำกัดในการออกแบบสำหรับสภาวะที่ร้อนที่สุดหรือหนาวที่สุด มิได้ก่อให้เกิดผลดีในการออกแบบ เพราะสภาพดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยและไม่สม่ำเสมอ ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นจะสามารถชี้ได้ถึงความต้องการของการออกแบบ ส่วนข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับพิสัยของอุณหภูมิตลอดปี การวัดปริมาณน้ำฝน ทิศทางและความเร็วลม จะเป็นส่วนเสริมให้มีข้อจำกัดปลีกย่อยในการออกแบบมากขึ้นและทำให้งานออกแบบสมบูรณ์ขึ้น

และสิ่งที่อำนวยต่อการออกแบบในเบื้องต้น คือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของท้องถิ่นที่จะทำการออกแบบ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยานี้หมายถึง ตารางสถิติข้อมูลต่างๆทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางของลมประจำ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ซึ่งสถิติของข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาประกอบกันเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ในการออกแบบอาคาร ในที่นี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลสภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2534 – 2543 (ค.ศ. 1991 – 2000) ดังตารางที่ 2.1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลสภาพอากาศสำหรับงานวิจัยนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงสภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2534 - 2543

Station	BANGKOK METROPOLIS	Elevation of station above MSL	2.00 Meters
Index station	48455	Height of barometer above MSL	20.00 Meters
Latitude	13 44 N	Height of thermometer above ground	1.25 Meters
Longitude	100 34 E	Height of wind vane above ground	33.10 Meters
		Height of raingauge	1.00 Meters

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Temperature (Celsius)													
Mean	27.2	28.1	29.6	30.4	30.2	29.5	29.2	28.7	28.3	28.0	27.8	26.7	28.6
Mean max.	32.5	33.3	34.6	35.2	34.9	33.8	33.1	32.8	32.7	32.4	32.4	31.6	33.3
Mean min.	22.8	24.0	26.0	26.7	26.3	26.0	25.7	25.3	25.0	24.7	23.9	22.4	24.9
Ext. max.	37.6	37.0	37.6	39.1	38.7	37.5	37.3	36.3	35.6	36.2	36.0	35.8	39.1
Ext. min.	14.0	16.1	20.5	22.0	22.3	22.7	22.1	21.6	22.2	18.3	18.0	13.2	13.2
Relative Humidity (%)													
Mean	69	70	72	72	74	74	74	76	79	78	69	67	73
Mean max.	86	86	87	87	88	88	87	89	92	91	83	80	87
Mean min.	50	50	53	54	57	59	60	61	63	61	52	53	56
Cloudiness (0-10)													
Mean	5.6	5.4	6.1	6.7	7.5	8.0	8.3	8.5	8.6	7.7	6.0	5.4	7.0
Sunshine Duration (hr.)													
Mean	7.1	7.7	7.7	7.0	6.4	5.0	4.3	4.0	3.9	5.1	6.2	6.7	6.0
Monthly totals	**219.4**	**216.7**	**239.8**	**210.5**	**199.9**	**149.0**	**132.0**	**122.7**	**118.1**	**159.0**	**185.8**	**208.7**	**180.1**
Wind (Knots)													
Mean wind speed	2.1	3.0	3.8	3.1	2.5	2.5	2.7	2.6	1.9	1.9	2.1	2.1	2.5
Prevailing wind	S	S	S	S	S	S	S	S	W	N	N,NE	N,NE	-
Max. wind speed	22	25	34	28	35	30	35	28	30	30	22	28	35
Rainfall (mm.)													
Monthly totals	9.5	19.8	30.9	100.1	234.4	165.4	170.9	244.7	342.0	271.5	28.0	2.5	135.0

ที่มา : ฝ่ายอากาศประจำถิ่น กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ณ วันที่ 8 ตุลาคม 2544

2.2.1 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ในเขตกรุงเทพมหานคร

ตั้งแต่วันที่ 21 มีนาคม ถึงวันที่ 24 กันยายน จะมีลักษณะการโคจรแบบอ้อมเหนือ และหลังจากวันที่ 24 กันยายน ไปจนถึงวันที่ 20 มีนาคม ดวงอาทิตย์จะมีลักษณะการโคจรแบบอ้อมใต้ ส่วนวันที่มีการเบนของดวงอาทิตย์มากที่สุด มี 2 วัน คือวันที่ 22 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันที่โลกเบนแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด และวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่โลกเบนแกนขั้วโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด

2.2.2 อุณหภูมิ

เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ในระยะนี้อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในฤดูอื่นๆ จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29.4 องศาเซลเซียส และจะมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 35.2 องศาเซลเซียส ส่วนในปลายฤดูซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝน อุณหภูมิจะลดต่ำลงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29.0 องศาเซลเซียส ส่วนในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม จะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.2 องศาเซลเซียส และจะมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนธันวาคม ที่ 22.4 องศาเซลเซียส รวมแล้วทั้งปีจะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.6 องศาเซลเซียส

2.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์ในเขตกรุงเทพมหานคร

ในช่วงเดือนธันวาคมและเดือนมกราคมเป็นเดือนที่อากาศแห้งที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 67 – 69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเมษายนเป็นช่วงที่ลมเริ่มเปลี่ยนทิศจากทิศตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ ความชื้นในอากาศจะเริ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศอยู่ในระดับสูง จึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ไม่สูงมากในระยะนี้ ในระหว่างเดือนมีนาคมจนถึงต้นเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นระยะที่อากาศร้อน จะมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงประมาณ 72 – 76 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ในระดับสูงที่สุด คือ 78 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

2.2.4 ลักษณะการปกคลุมของเมฆบนท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร

เมฆเป็นส่วนประกอบภูมิอากาศที่สำคัญรองลงมาจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากเมฆมีส่วนสำคัญต่อปริมาณของแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นโลก และสะท้อนจากพื้นโลกออกสู่บรรยากาศภายนอก และจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศในเขตกรุงเทพมหานครของกรมอุตุวิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2534 - 2543 พบว่า ค่าเฉลี่ยในรอบปีของสภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครโดยมากเป็นท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมบางส่วน (Cloudy Sky)

2.2.5 ปริมาณ (ชั่วโมง) การส่องแสงของดวงอาทิตย์

ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนจะมีจำนวนชั่วโมงของการส่องแสงของดวงอาทิตย์ต่อวันมากกว่าในฤดูฝน และโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีพบว่า จะมีปริมาณการส่องแสงของดวงอาทิตย์ 6.0 ชั่วโมงต่อวัน

2.2.6 ลักษณะลมประจำฤดู (Seasonal)

2.2.6.1 ลมมรสุมฤดูหนาว

เริ่มต้นประมาณเดือนพฤศจิกายนจนถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยอากาศเย็นจากประเทศจีนซึ่งพัดผ่านมาจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อากาศจะเย็นมากในระหว่างเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ทำให้ในเขตกรุงเทพมหานครอากาศค่อนข้างเย็นสบาย

2.2.6.2 ลมมรสุมฤดูร้อน

เมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมจากทางใต้ของประเทศจีนจะเริ่มพัดเข้าสู่ประเทศไทยในทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ และเนื่องด้วยระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนเข้ามาอยู่ในละติจูดของประเทศไทย ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวมาก ซึ่งจะเริ่มมีผลตั้งแต่ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเกิดขึ้นในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามา ทำให้มีฝนตกทั่วไป

2.2.7 ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครมีน้ำฝนตกตกอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยตลอดปีมีค่าประมาณ 1,620 มิลลิเมตร ฝนที่ตกส่วนใหญ่เป็นฝนตกหนักในระยะเวลาสั้นๆ และจะเกิดในเวลาเย็นหรือเช้าตรู่ เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน และช่วงเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือช่วงเดือนในฤดูหนาวและฤดูร้อน ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน โดยฝนจะเริ่มตกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนตุลาคม แต่ในช่วงกลางเดือนมิถุนายนไปจนถึงเดือนกรกฎาคมจะเป็นระยะเวลาฝนทิ้งช่วงทำให้มีฝนตกน้อย และฝนจะตกชุกอีกครั้งหนึ่งในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน เฉลี่ยแล้วตลอดปีในเขตกรุงเทพมหานครจะมีฝนตกประมาณ 127 วัน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม รวมระยะเวลาประมาณ 6 เดือน

2.3 สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อมนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ สภาวะอากาศอย่างหนึ่งอาจมีแรงกระตุ้นให้เกิดความกระฉับกระเฉง แต่ในอีกสภาวะหนึ่งอาจทำให้เกิดความเฉื่อยชา อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นและการเคลื่อนไหวของอากาศ ล้วนมีผลกระทบต่อความสบายของมนุษย์ทั้งสิ้น ดังนั้นสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบเพื่อความสบายแก่ผู้อยู่อาศัยในอาคาร เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลในการออกแบบอาคาร 2 ทาง[1] คือ ทางการวางผัง แปลน และทิศทางของอาคาร ส่วนอีกทางหนึ่งคือทางวัสดุและการก่อสร้างของอาคาร

---

[1] ครึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. มปป. หน้า 21.

สภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมิในอาคาร หมายถึง สภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศในระดับที่พอเหมาะ ทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสบาย ไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป ไม่มีเหงื่อออก ไม่มีไอน้ำในอากาศมากจนอากาศชื้น หรือน้อยเกินไปจนอากาศแห้งจนหายใจไม่ออก ในสภาวะดังกล่าวนี้ เปรียบเสมือนสภาวะทางอุดมการณ์ซึ่งเป็นไปได้ยาก[1] เพราะนอกจากสภาวะสบายจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคลซึ่งวัดเปรียบเทียบได้ยาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยที่มีผลกับสภาวะความสบายขึ้น ซึ่งในสภาวะความสบายทางด้านอุณหภูมินั้น มีปัจจัยที่มีผลกระทบหลายประการด้วยกัน ประการแรกคือปัจจัยทางด้านตัวบุคคล ได้แก่ อัตราการเผาผลาญอาหารของร่างกาย เสื้อผ้า และอุณหภูมิของผิวหนัง ประการที่สองคือปัจจัยทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ สี พื้นผิว แสง เป็นต้น ส่วนประการสุดท้ายได้แก่ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม[2] ซึ่งประกอบด้วยอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผู้อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อม และการเคลื่อนไหวของอากาศ

จากการศึกษาข้อมูลตัวแปรดังกล่าว พบว่า ปัจจัยทางสภาพสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาวะความสบาย[3] และเป็นปัจจัยหลักในการนำมาพิจารณาประกอบการออกแบบอาคาร จากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการดังกล่าว หากมีความเหมาะสมจะทำให้เกิดสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิขึ้นได้ โดยปกติจะเกิดเป็นช่วงซึ่งเรียกว่า "เขตความสบาย" (Comfort Zone) ทั้งนี้การบ่งบอกเขตความสบายทางอุณหภูมินี้จะสามารถบอกได้จาก "มาตรฐานการวัดความสบายทางอุณหภูมิ" (Thermal Comfort Scale) หรือที่เรียกว่า "ดัชนีวัดอุณหภูมิ" (Thermal Indices) ซึ่งจะทำให้เราทราบช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีความร้อนหรือเย็นเกินความต้องการของมนุษย์ได้

2.4 มาตรฐานการวัดความสบายทางอุณหภูมิ

มีนักวิชาการหลายท่านพยายามที่จะคิดค้นวิธีการที่จะรวมเอาองค์ประกอบทั้งสี่ของสภาวะอากาศ อันได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสีของบริเวณโดยรอบ ให้แสดงออกมาโดยตัวเลขเพียงค่าเดียว เพื่อให้ได้ค่ามาตรฐานความสบายที่เป็นผลรวมของปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทางภูมิอากาศ ในเวลาต่อมาได้มีการรวมเอาอัตราการเผาผลาญอาหารและเสื้อผ้าที่สวมใส่มาคิดรวมไปด้วย มาตรฐานที่ใช้วัดความสบายทางอุณหภูมินั้นมีการค้นคว้ากันมามากมาย แต่ที่จะนำมากล่าวต่อไปนี้จะเป็นมาตรฐานที่สำคัญที่ใช้กันแพร่หลาย

---

[1] อรศิริ ปาณินท์. **การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ**. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. มปป. หน้า 10.

[2] TG Cadabra. **Energy - Efficient Design of Buildings in Thailand**. 2nd Ed. Bangkok : Thai Gypsum Products Public Company Limited. 1995. P.42.

[3] สุนทร บุญญาธิการ และ ชนิต จินดาวณิค. **การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย**. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536. หน้า 15.

2.4.1 The Effective Temperature Index (ET)

มาตรฐานนี้ถูกเรียกว่า "อุณหภูมิสมประสงค์" (Effective Temperature) สร้างขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1923 – 1925 โดยเฮาจ์เทน (Haughten) ยากลู (Yaglou) และมิลเลอร์ (Miller) ที่ American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers องค์ประกอบของสภาวะอากาศที่นำมารวมกัน คือ อุณหภูมิของอากาศ (DBT) ความชื้น และความเร็วลม (Air Speed) มาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างขึ้น 2 แบบ[1] คือ แบบแรกสำหรับสำหรับผู้ชายที่สวมเสื้อผ้ากึ่งเปลือย (เปลือยท่อนบน) และอีกแบบหนึ่ง ผู้ชายที่สวมเสื้อผ้าสำหรับฤดูร้อน

2.4.2 The Equivalent Temperature Index (EqT)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1932 โดยดัฟตัน (Dufton) คำจำกัดความของมาตรฐานนี้ คือ การสร้างอุณหภูมิในสภาพอากาศนิ่งในห้องหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อทำการทดลอง และมีวัตถุสีดำขนาดเฉพาะอันหนึ่ง ซึ่งจะสูญเสียความร้อนในอัตราเดียวกับสิ่งแวดล้อมของผิววัตถุนั้น โดยมีค่าเท่ากับ 1 ใน 3 ของช่วงระหว่างอุณหภูมิของห้องกับอุณหภูมิ 37.0 องศาเซลเซียส ($100^{\circ}F$) มาตรฐานนี้ไม่ได้นำผลกระทบของความชื้นมารวมด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 24.0 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงกว่า 24.0 องศาเซลเซียส การระบายความร้อนโดยการระเหยจะชัดเจน

2.4.3 The Equivalent Warmth Index (EW)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1936 ที่ประเทศอังกฤษ โดยเบดฟอร์ด (Bedford) โดยทดลองจากคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 200 คน ในอิริยาบถการทำงานเบาๆภายใต้สภาวะอากาศของห้องที่ต่างๆกัน เป็นมาตรฐานที่นิยามโดยใช้โนโมแกรม [Nomogram (กราฟเชิงเส้นที่แปรค่าความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศให้เป็นกราฟเดียวกัน)] แต่มาตรฐาน EW นี้มีข้อจำกัดคือ มีความแม่นยำเฉพาะช่วงระดับความสบายที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และระดับความสบายที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง และมองข้ามผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง เพราะได้ถูกนำมาประมาณการต่ำไป

2.4.4 The Operative Temperature Index (OT)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 937 โดยวินสโลว์ (Winslow) เฮอร์ริงตัน (Herrington) และเกกเก้ (Gagge) เป็นอีกมาตรฐานหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานนี้อาศัยหลักเกณฑ์

---

[1] ปรีชญา รังสิรักษ์. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. มปป. หน้า 15.

คล้ายคลึงกับมาตรฐาน EW ซึ่งมาตรฐาน OT นี้ ได้รวมเอาผลกระทบจากการแผ่รังสีและอุณหภูมิของอากาศเข้าด้วยกัน แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความชื้นและอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศ เนื่องจากการศึกษานี้ได้ทำขึ้นในเขตอากาศหนาว ในที่ซึ่งผลกระทบจากความชื้นของอากาศมีเพียงเล็กน้อย จึงกล่าวได้ว่ามาตรฐานนี้ไม่เหมาะกับสภาพอุณหภูมิที่สูงกว่า 27.0 องศาเซลเซียส[1]

2.4.5 The Predicted Four Hour Sweat Rate Index (P_4 SR)

มาตรฐานนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยแมคอาร์เดิล (McArdle) และผู้ร่วมงาน ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1947 ที่ The Royal Naval - Research Establishment ในประเทศอังกฤษ โดยได้รวมเอาระดับการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolic Level) และการสวมเสื้อผ้า 2 แบบเพิ่มเข้าไปกับองค์ประกอบของภูมิอากาศ ซึ่งจะอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกายที่เป็นผลมาจากการอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่กำหนดให้เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เป็นเครื่องชี้ และนอกจากนี้ยังดูที่การเต้นของชีพจรกับอุณหภูมิภายในร่างกายอีกด้วย มาตรฐานนี้เชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับภาวะอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมสำหรับภาวะอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 28.0 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศ ภายใต้ความชื้นที่สูง[2]

2.4.6 The Resultant Temperature Index (RT)

มาตรฐานนี้สร้างขึ้นในปี ค.ศ.1948 ในประเทศฝรั่งเศส โดยมิสเซนาร์ด (Missenard) ถูกพัฒนาปรับปรุงขึ้นจากมาตรฐาน ET เล็กน้อย มาตรฐานนี้มีความน่าเชื่อถือได้ในสภาพอากาศปานกลาง แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาพอากาศเมืองร้อน เนื่องจากมาตรฐานนี้ไม่ได้รวมผลกระทบของความเย็นอันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่า 35.0 องศาเซลเซียส และที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

2.4.7 The Heat Stress Index (HSI)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1955 โดยเบลดิง (Belding) และแฮทช์ (Hatch) ถูกพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยพิทซเบอร์ก (University of Pittsburgh) ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยให้ผู้ถูกทดลองทำกิจกรรมที่มีความหนักเบาในระดับต่างๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้และดูปริมาณความร้อนจากขบวนการเผาผลาญอาหารเปรียบเทียบกับอัตราการไหลของเหงื่อร่วมกับการเต้นของชีพจร รวมทั้งอุณหภูมิภายในร่างกายของผู้ถูกทดลอง มาตรฐานนี้เชื่อถือได้สำหรับอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 27.0 และ 35.0 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 30 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับความชื้นในระดับต่ำถ้าเผื่ออุณหภูมิสูงแต่ไม่เหมาะสมกับระดับความสบาย

---

[1] ปรีชญา รังสิรักษ์. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. มปป. หน้า 18.

[2] ประทีป มาลากุล, ม.ล. และคณะ. การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2527. หน้า 4.

2.4.8 The Equatorial Comfort Index (ECI)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ.1960 โดยซี.จี. เวบบ์ (Webb, C.G.) ในประเทศสิงคโปร์ มาตรฐานนี้ได้มาจากการจดบันทึกการตอบสนองความเคยชินของอากาศ พร้อมกับการวัดอุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ จากการทดลองพบว่าความสัมพันธ์สามารถเขียนออกมาเป็นสูตรและแผนภูมิได้ มาตรฐาน ECI นี้ เมื่อเขียนเป็นโนโมแกรมออกมาจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับโนโมแกรม ET ของยากลู สิ่งที่แตกต่างกันคือโนโมแกรม ET จะมีตารางเปิดออก ส่วนโนโมแกรม ECI ตารางจะมาบรรจบเข้าหากัน สำหรับค่าอุณหภูมิสูง โดยแสดงให้เห็นว่าผิวหนังที่เปียกชื้นจะมีความรู้สึกมากขึ้นต่อการเคลื่อนไหวของอากาศในสภาพดังกล่าว

เวบบ์พบว่าปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆนั้นมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่สามารถจัดเป็นสูตรได้ดังต่อไปนี้

$$ECI = tw + 0.447\,(t - tw) - 0.231\,\sqrt{V} \qquad (2.1)$$

โดยที่ ECI = ค่าอุณหภูมิบ่งบอกความสบายในประเทศแถบเมืองร้อน ($^{\circ}F$)

tw = อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) มีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}F$)

t = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) มีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}F$)

V = ความเร็วของการเคลื่อนไหวของอากาศ มีหน่วยเป็นฟุตต่อนาที (ft/min.)

2.4.9 The Corrected Effective Temperature Index (CET)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ.1962 โดยเวอร์นอน (Vernon) พัฒนามาจากมาตรฐาน ECI โดยรวมเอาผลกระทบของการแผ่รังสีเข้ามาประกอบ เวอร์นอนได้เสนอแนะวิธีการแก้ไข คือการใช้อุณหภูมิจากโกลบเทอร์โมมิเตอร์ (Globe Thermometer) มาใช้ในโนโมแกรมแทนที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)

2.4.10 The Bio - climatic Chart

แผนภาพชีวะอากาศ[1] (Bio - climatic Chart) นี้ สร้างขึ้นโดยออล์จัย (Olgyay) ในปี ค.ศ. 1963 มีแนวความคิดว่า ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียวในความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานซึ่งมีรูปลักษณ์แบบเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมแต่ละตัวนั้นถูกควบคุมได้ด้วยวิถีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นออร์จัยจึงได้สร้างแผนภาพ เรียกว่า *"ไบโอไคลเมติก"* ขึ้นเป็นมาตรฐาน แผนภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นความต้องการตัวแปรเพิ่มเติมเมื่ออยู่นอกเขตความสบาย

---

[1] ครึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. มปป. หน้า 29.

2.4.11 The Index of Thermal Stress (ITS)

สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1969 โดย บี. จิโวนี (Givoni, B.) มาตรฐานนี้เป็นการคำนวณอัตราความเย็นที่เป็นผลมาจากการไหลของเหงื่อ ซึ่งจะรักษาระดับอุณหภูมิภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด สิ่งที่จะนำมาพิจารณาในการคำนวณ ได้แก่ ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางความรู้สึกของมนุษย์ ดัชนี ITS ครอบคลุมช่วงสภาวะแวดล้อมดังต่อไปนี้

อุณหภูมิของอากาศ	= 20 - 50	$^{\circ}C$
ความดันไอน้ำ (Vapor Pressure)	= 5 - 40	mm.Hg
ความเร็วลม	= 0.1 - 3.5	m/s
การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์	= < 698	W
อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolic Rate)	= 116 - 698	W

จะเห็นได้ว่า มาตรฐานต่างๆ ที่ได้กล่าวในข้างต้นต่างก็มีข้อจำกัดในเรื่องสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้มาตรฐานแต่ละชนิดใช้ได้และมีประโยชน์ในสภาวะที่จำกัด ยกเว้นมาตรฐาน ET และ CET ที่เป็นมาตรฐานที่เข้าใจง่ายและได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ส่วนการที่จะนำเอามาตรฐานใดมาเป็นเกณฑ์ ควรดูที่ข้อจำกัดและความเหมาะสมในการนำไปใช้ของแต่ละมาตรฐาน ซึ่งจะแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงขอบเขตในการใช้มาตรฐานวัดความสบายแบบต่างๆ (Range of Indices)[1]

Index	Metabolic Rate (W/h)	DBT ($^{\circ}C$)	WBT ($^{\circ}C$)	Wind Velocity (m/s)
ET , CET	rest only	1 - 43	1 - 43	0.10 - 3.50
EqT		9 - 24	-	0.05 - 0.50
EW		30 - 35	-	-
OT		27	-	-
P_4SR	62 - 232	27 - 54	15 - 36	0.05 - 2.50
RT	rest only	18 - 45	18 - 45	0.10 - 3.00
HSI	116 - 582	21 - 49	15 - 35	0.25 - 10.00
ECI	**rest only**	**24 - 35**	**24 - 35**	**0 - 1.5**
ITS	116 - 698	20 - 50	15 - 35	0.10 - 3.50

[1] ปรีชญา รังสิรักษ์. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. มปป. หน้า 25.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5 ค่าอุณหภูมิสบายในเขตกรุงเทพมหานคร

สำหรับงานวิจัยนี้ มาตรฐานที่จะนำมาใช้และพิจารณา ได้แก่ มาตรฐาน ECI เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับมาตรฐาน CET แต่มีขอบเขตเหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย และเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นมาตรฐานที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้สามารถคำนวณออกมาจากสูตรได้โดยตรง มีความชัดเจนและสะดวกในการทำวิจัย เพราะเมื่อนำค่าตัวแปรของปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการ มาประมวลค่าโดยระเบียบวิธีทางสถิติจะได้ค่าตัวเลขเพียงตัวเดียว อีกทั้งขีดจำกัดของมาตรฐานนี้อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ชัดเจนว่ามีความสบายหรือไม่ ดังนั้นจึงถือเอามาตรฐาน ECI เป็นมาตรฐานในการวัดค่าความสบายทางด้านอุณหภูมิสำหรับงานวิจัยนี้

ทั้งนี้ในประเทศไทย ยังไม่มีผู้ทำวิจัยเพื่อหาค่าอุณหภูมิสบายที่เหมาะสมสำหรับคนไทยไว้ แต่ในประเทศสิงคโปร์ซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นและมีภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย ได้มีการทดลองหาค่าอุณหภูมิสบายโดยเวบบ์ พร้อมทั้งได้เสนอแนะค่าอุณหภูมิสบายไว้ดังนี้

ค่าความสบายที่ได้ผลดีที่สุดอยู่ที่	25.6 °C ECI	(78.0 °F ECI)
ซึ่งจะเท่ากับ	28.3 °C	(83.0 °F) DBT
	23.9 °C	(75.0 °F) WBT
และขีดสูงสุดของความสบายอยู่ที่	27.7 °C ECI	(82.0 °F ECI)
ซึ่งจะเท่ากับ	28.3 °C	(83.0 °F) DBT
	25.5 °C	(78.0 °F) WBT

ตารางที่ 2.3 แสดงมาตรฐานความสบายทางด้านอุณหภูมิในต่างประเทศ

ผู้ทำการทดลอง	สถานที่ทดลอง	กลุ่มประชากร	ภาวะความสบาย (มาตรฐาน ECI)
ราโอ (Rao)	กัลกัตตา (22° เหนือ)	อินเดีย	68.0 – 76.0 °F (20.0 – 24.5 °C)
เวบบ์ (Webb)	สิงคโปร์ (เส้นศูนย์สูตร)	มาเลเซีย / จีน	77.0 – 81.0 °F (25.0 – 27.5 °C)
เอลลิส (Ellis)	สิงคโปร์ (เส้นศูนย์สูตร)	ยุโรป	72.0 – 79.0 °F (22.0 – 26.0 °C)

ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยอมรับค่าที่เสนอแนะของ "เวบบ์" เป็นค่ามาตรฐานในการวัดค่าความสบายทางอุณหภูมิของคนไทยในประเทศไทย โดยจะยึดถือค่าสูงสุดที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารยังอยู่ในเกณฑ์ที่ได้รับความสบายทางอุณหภูมิ คือ 27.7 °C ECI (28.3 °C) และค่าต่ำสุดที่ 22.0 °C ECI (25.0 °C) เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

บทที่ 3

หอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

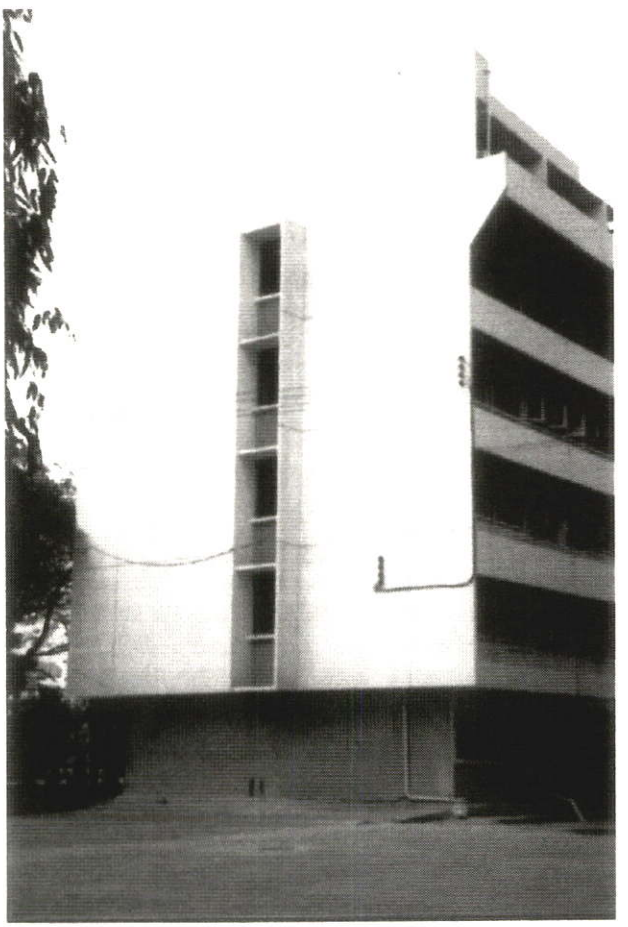
อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ตั้งอยู่ภายในพื้นที่เกษตรกลางบางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร สร้างขึ้นในระหว่างปี พ.ศ. 2510 - 2515 มีลักษณะการใช้งานเป็นอาคารพักอาศัย ตัวอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ 780.00 ตารางเมตร

ภาพที่ 3.1 อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

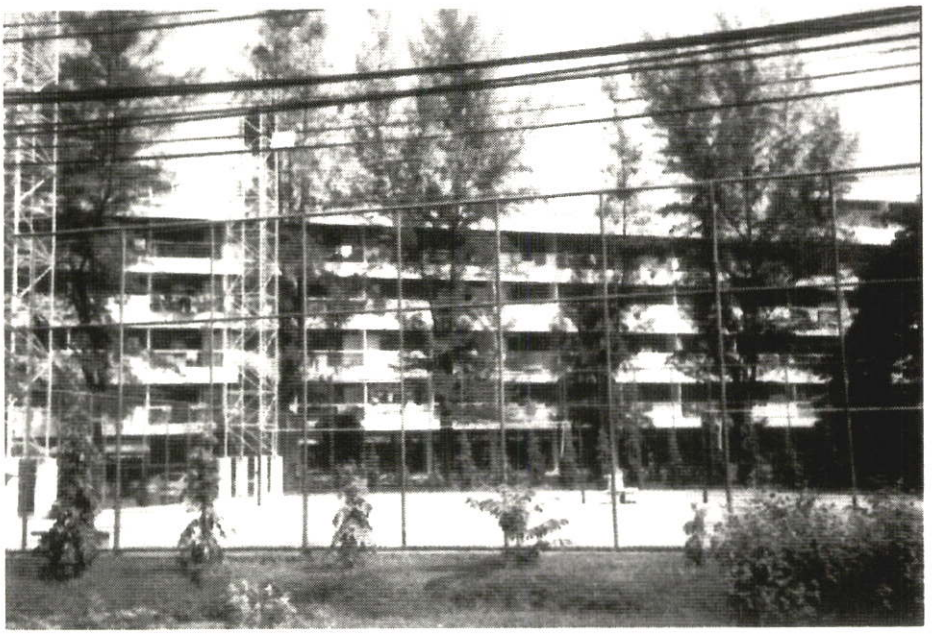
<u>วัตถุประสงค์ของการจัดตั้งหอพักของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</u>

1. เพื่อให้บริการด้านที่พักอาศัยที่สะดวกและปลอดภัยแก่นิสิตที่มีภูมิลำเนาอยู่ต่างจังหวัดและบริเวณที่ไม่สะดวกต่อการเดินทาง
2. เพื่อช่วยเหลือนิสิตที่มีปัญหาทางด้านร่างกายและจิตใจ
3. เพื่อส่งเสริมทักษะทางสังคมและการทำกิจกรรม ที่ทำให้นิสิตพัฒนาตนเองไปสู่บัณฑิตที่สมบูรณ์
4. เพื่อสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนการสอนนอกชั้นเรียนให้แก่นิสิต และส่งเสริมความรู้ในระบบประชาธิปไตยให้แก่นิสิต
5. เพื่อให้นิสิตพัฒนาตนเองในด้านการปรับตัวเข้ากับชีวิตประจำวัน ตลอดจนสร้างเสริมคุณธรรมให้แก่นิสิต

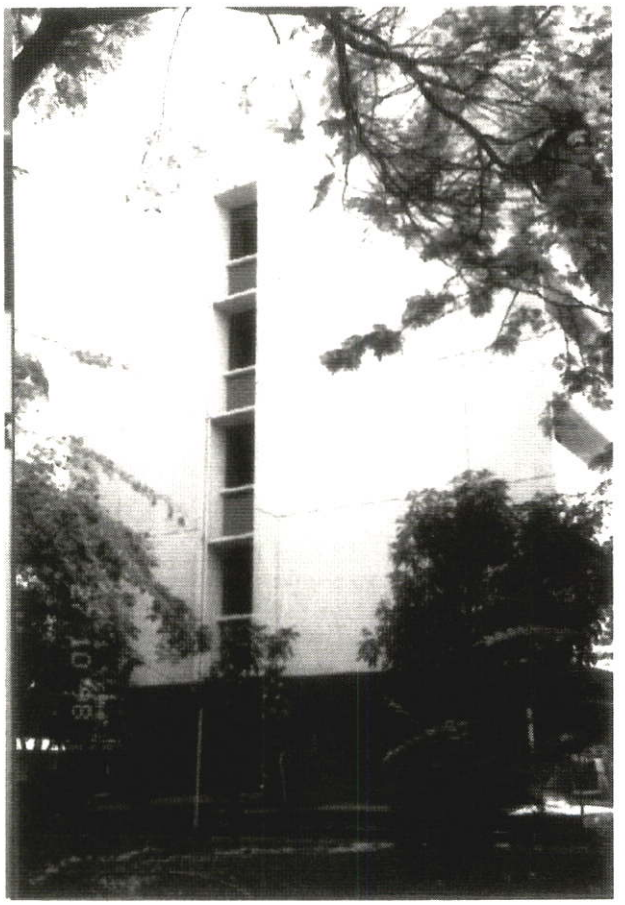
ภาพที่ 3.2 รูปด้านทิศเหนือของอาคาร



ภาพที่ 3.3 รูปด้านทิศตะวันออกของอาคาร



ภาพที่ 3.4 รูปด้านทิศใต้ของอาคาร



ภาพที่ 3.5 รูปด้านทิศตะวันตกของอาคาร

3.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

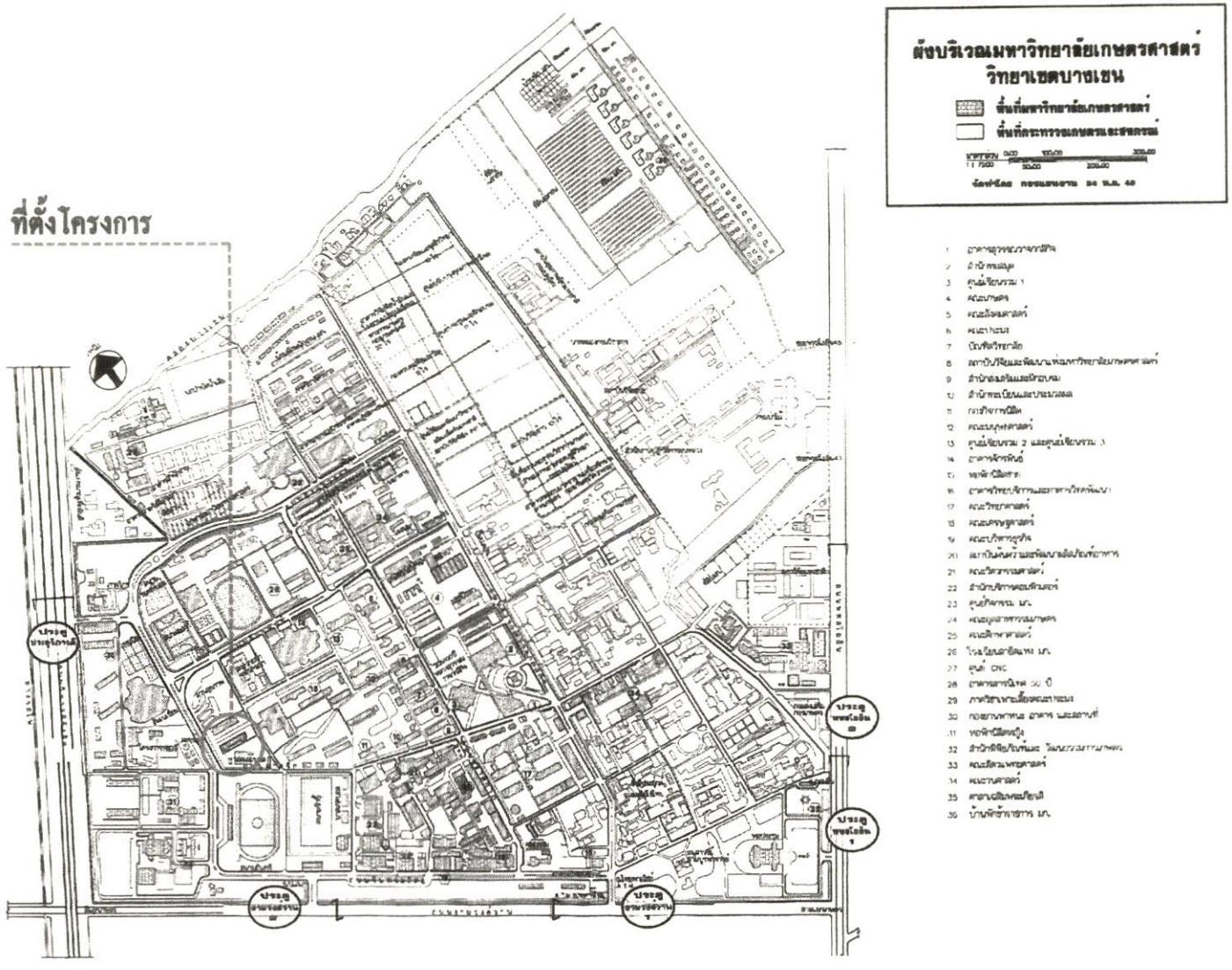
อาคารหอพักชายที่ 14 ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งตัวมหาวิทยาลัยเองจะอยู่บนพื้นที่เกษตรกลางบางเขน อันประกอบด้วยพื้นที่ 2 ส่วน คือ พื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และพื้นที่ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำหรับระบบการเชื่อมต่อทางถนนของมหาวิทยาลัยมี 2 ทาง คือ ภายนอกและภายในการเชื่อมต่อทางด้านภายนอกแบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ ทางถนนวิภาวดีรังสิต ถนนงามวงศ์วาน และถนนพหลโยธิน ซึ่งทั้ง 3 ทางนี้จะมีประตูทางเข้า – ออกรวม 4 จุดด้วยกัน และจะมีจราจรติดขัดในช่วงเช้าและเย็นในบริเวณประตู 1 และประตู 2 บนถนนงามวงศ์วาน ส่วนทางด้านภายในนั้นทางมหาวิทยาลัยได้จัดให้มีการเดินรถสวัสดิการ 2 สาย วิ่งอยู่ประจำทางภายในมหาวิทยาลัย โดยจะมีรถสวัสดิการผ่านทางถนนด้านทิศใต้ของโครงการ 1 สาย ในลักษณะเดินรถทางเดียว มุ่งหน้าไปทางประตู 2 ถนนงามวงศ์วาน (ดูรายละเอียดในผังแสดงเส้นทางเดินรถสวัสดิการ)

ตัวอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ 780.00 ตารางเมตร ในเขตพื้นที่บ้านพักและหอพัก มีความกว้าง 13.00 เมตรและยาว 60.00 เมตร มีความพร้อมทางด้านสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ โดยมีสภาพแวดล้อมทั่วไปบริเวณที่ตั้งอาคารดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับ โรงจอดจักรยาน สนามปูน และพื้นที่ว่าง
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ สนามบาสเกตบอล สนามหญ้า และโรงอาหารกลาง
- ทิศใต้ ติดต่อกับ สนามหญ้า พื้นที่สวนสุขภาพ และสนามวอลเลย์บอล
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ คลองกว้าง 6.00 เมตร

จากการสำรวจพบว่า บริเวณอาคารมีต้นไม้ใหญ่ปลูกอยู่รอบตัวอาคาร ทำให้มีความร่มรื่นมาก นอกจากนี้จะมีฝุ่นและเสียงรบกวนมาถนนทางด้านทิศตะวันตกของตัวอาคาร และในบางครั้งอาจเกิดเสียงรบกวนจากเครื่องบินด้วย เนื่องจากที่ตั้งของมหาวิทยาลัยอยู่ใกล้กับสนามบินดอนเมือง (Don Muang Airport) และด้วยเหตุนี้ ทำให้อาคารที่สร้างในมหาวิทยาลัยจะมีความสูงได้ไม่เกิน 60.00 เมตร ตามกฎการบินพาณิชย์และตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง กำหนดเขตใกล้เคียงบริเวณสนามบินดอนเมือง กรุงเทพมหานคร เป็นเขตปลอดภัยในการเดินอากาศ พ.ศ. 2540 อีกทั้งอาคารของงานวิจัยนี้จัดเป็นอาคารเพื่อการศึกษาของทางราชการ ดังนั้นในการก่อสร้างอาคารจึงจะต้องยึดหลักตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครและกฎกระทรวงฉบับที่ 9 (พ.ศ.2528) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 โดยที่รูปแบบอาคารจะต้องคำนึงถึงผังแม่บทของทางมหาวิทยาลัยด้วย

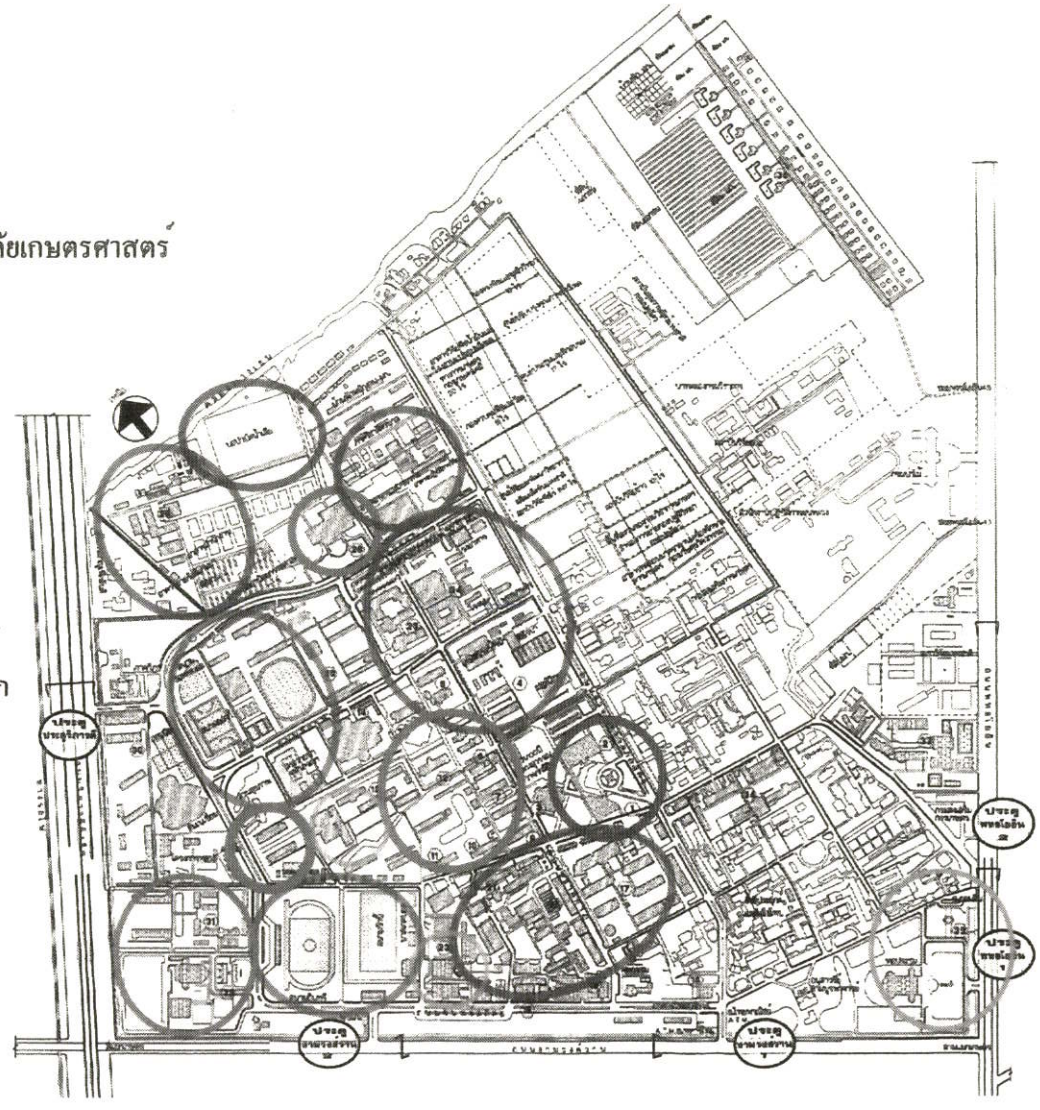


ภาพที่ 3.6 แสดงที่ตั้งโครงการ

Zoning

ผังแสดงการจัดพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน

- เขตพื้นที่การศึกษา
- เขตพื้นที่บริหาร
- เขตพื้นที่กีฬา
- เขตพื้นที่อนุรักษ์
- เขตพื้นที่การค้าและธุรกิจบริการ
- เขตพื้นที่บ้านพักอาศัยและหอพัก
- เขตพื้นที่ขยายตัวในอนาคต



ภาพที่ 3.7 แสดงการจัดพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Comprehensive Road Network

ภายนอก

ทิศตะวันตก เชื่อมต่อกับถนนวิภาวดีรังสิต
ทิศใต้ เชื่อมต่อกับถนนงามวงศ์วาน
ทิศตะวันออก เชื่อมต่อกับถนนพหลโยธิน

ภายใน

ระบบถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยเป็นถนนวงเหวน มีลักษณะเป็นถนนคอนกรีต ระบบการเดินรถแบบสองทาง ขนาด 4 ช่องจราจร และมีเกาะกลาง

ระบบถนนสายรอง เชื่อมต่อกับถนนสายหลักตามแนวทิศเหนือมายังทิศใต้ และจากทิศตะวันออกมายังทิศตะวันตก มีลักษณะเป็นถนนคอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร

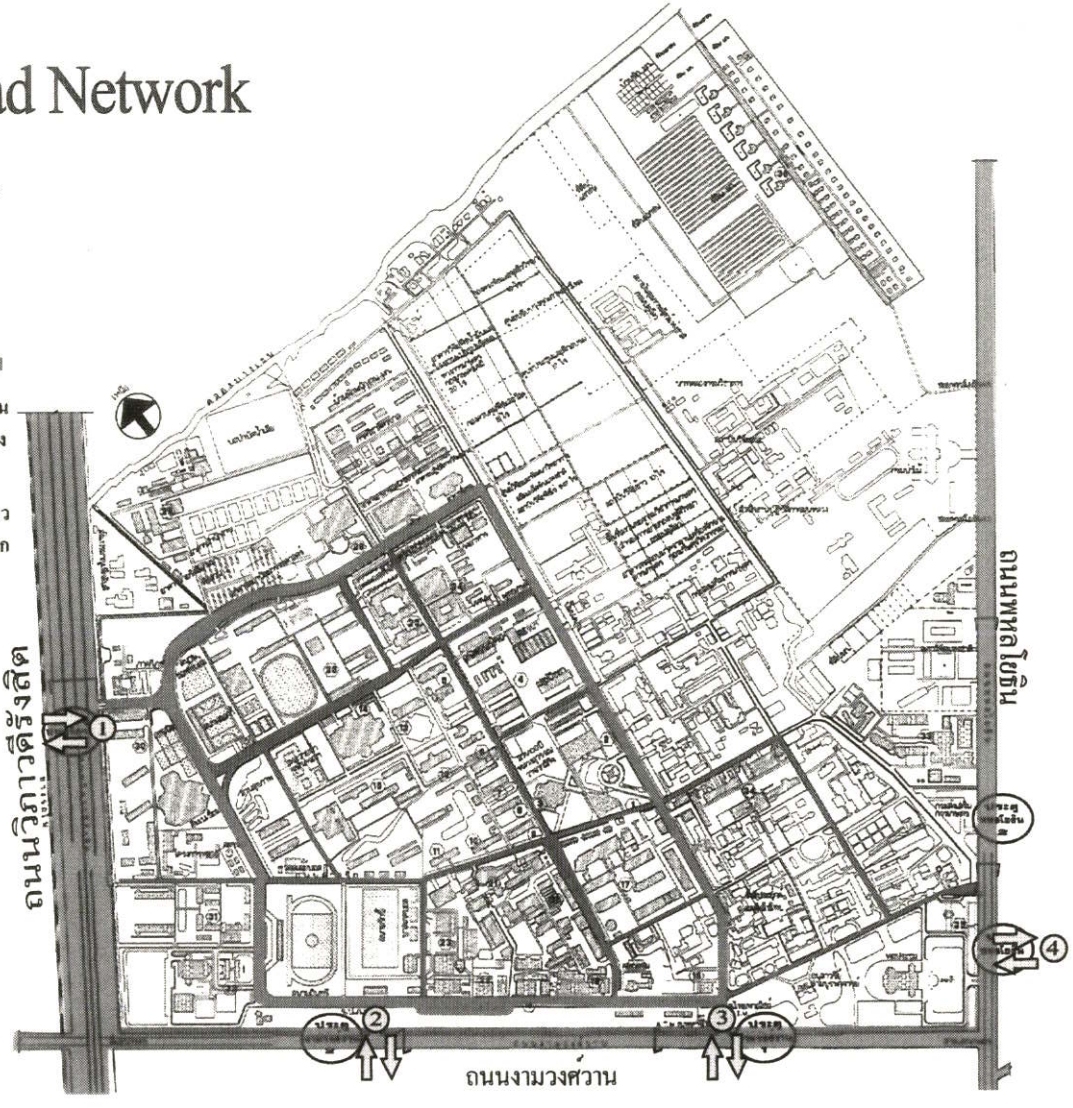
ทางเข้า - ออก ⓝ

มี 4 จุด ประกอบด้วย

จุดที่ 1 บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต
จุดที่ 2 และ 3 บริเวณถนนงามวงศ์วาน
จุดที่ 4 บริเวณถนนพหลโยธิน

ผังบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

พื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พื้นที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



ภาพที่ 3.8 แสดงเครือข่ายทางเดินรถภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผังแสดงเส้นทางเดินรถสวัสดิการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ถนนภายนอก

ทิศตะวันตก เชื่อมต่อกับถนนวิภาวดีรังสิต

ทิศใต้ เชื่อมต่อกับถนนงามวงศ์วาน

ทิศตะวันออก เชื่อมต่อกับถนนพหลโยธิน

ระบบการเดินรถภายใน

เดินรถทางเดียว

เดินรถสองทาง

บริเวณที่การจราจรติดขัด ในช่วงเช้าและเย็น

ประตูทางเข้า - ออก

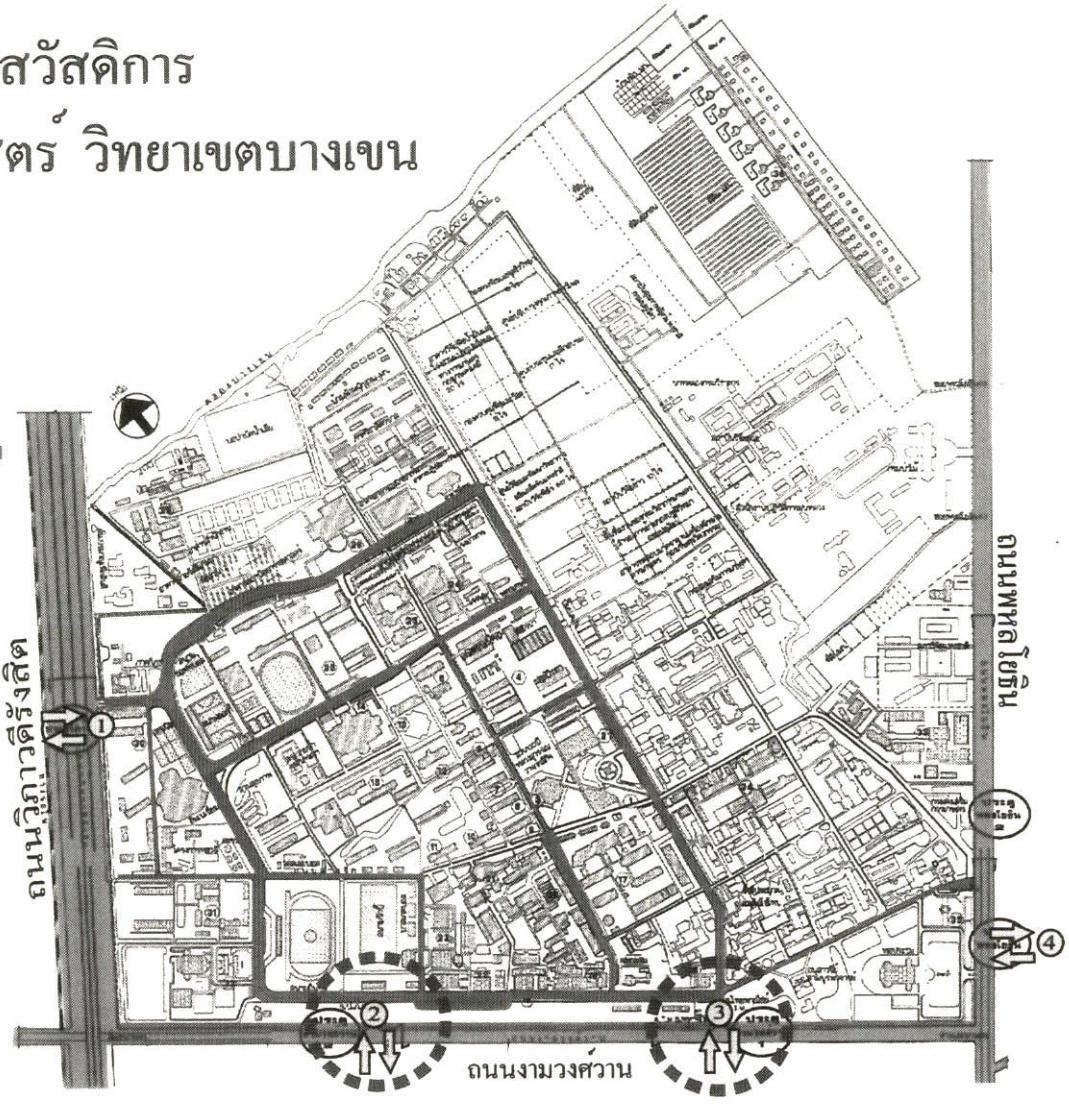
มี 4 จุด ประกอบด้วย

จุดที่ 1 บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต
จุดที่ 2 และ 3 บริเวณถนนงามวงศ์วาน
จุดที่ 4 บริเวณถนนพหลโยธิน

ผังบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

พื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



ภาพที่ 3.9 แสดงเส้นทางการเดินรถสวัสดิการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง

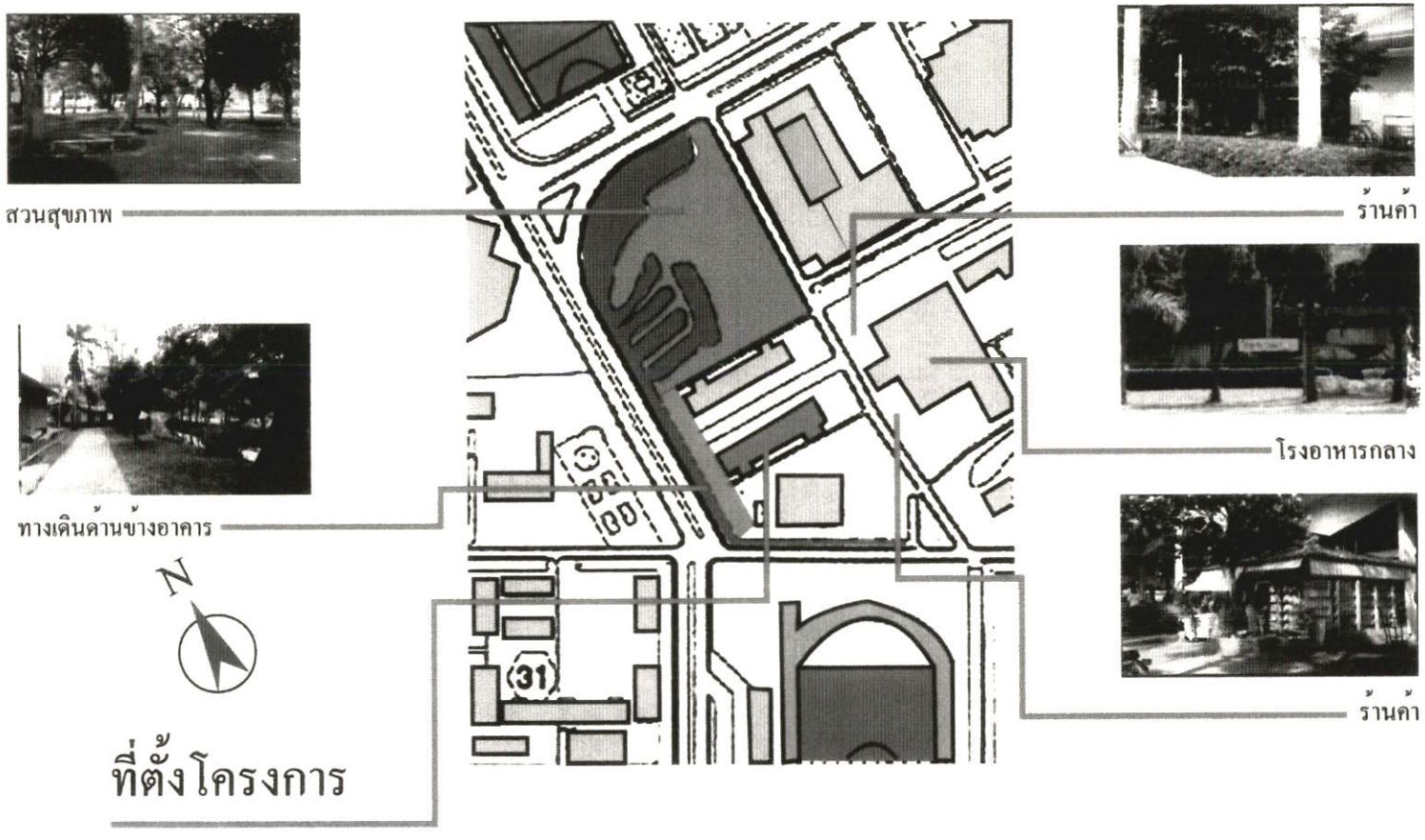
เนื่องจากมหาวิทยาลัยอยู่ใกล้กับสนามบินดอนเมือง ทำให้อาคารที่สร้างในมหาวิทยาลัยมีความสูงได้ไม่เกิน 60.0 เมตร ตามประกาศกฎกระทรวง คมนาคม เรื่องกำหนดเขตใกล้เคียงสนามบินดอนเมือง เป็นเขตปลอดภัยในการเดินอากาศ ซึ่งอาคารของงานวิจัยนี้จัดเป็นอาคารเพื่อการศึกษาของราชการ

ดังนั้นการก่อสร้างอาคารจึงยึดหลักตามกฎของกรุงเทพมหานคร และกฎกระทรวงฉบับที่ 9 รวมถึงการออกแบบที่สอดคล้องกับผังแม่บทของทางมหาวิทยาลัยด้วย

■ ■ ■ แสดงพื้นที่ควบคุมตามผังแม่บทของมหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.10 แสดงแนวเขตควบคุมของผังแม่บท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SURROUNDING



ภาพที่ 3.11 แสดงสภาพแวดล้อมรอบอาคารกรณีศึกษา

3.2 รายละเอียดพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

ที่ตั้ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตกรุงเทพมหานคร

ลักษณะอาคาร อาคารพักอาศัย สูง 5 ชั้นดาดฟ้า

ระบบโครงสร้าง ระบบเสาและคาน ระยะต่อชั้น (Floor to floor) สูง 3.00 เมตร

พื้นที่ใช้สอย 4,787.50 ตารางเมตร (รวมพื้นที่ชั้นดาดฟ้า)

พื้นที่ชั้นที่ 1 ประกอบด้วย ห้องกิจกรรม ห้องน้ำ บันได และพื้นที่โล่ง

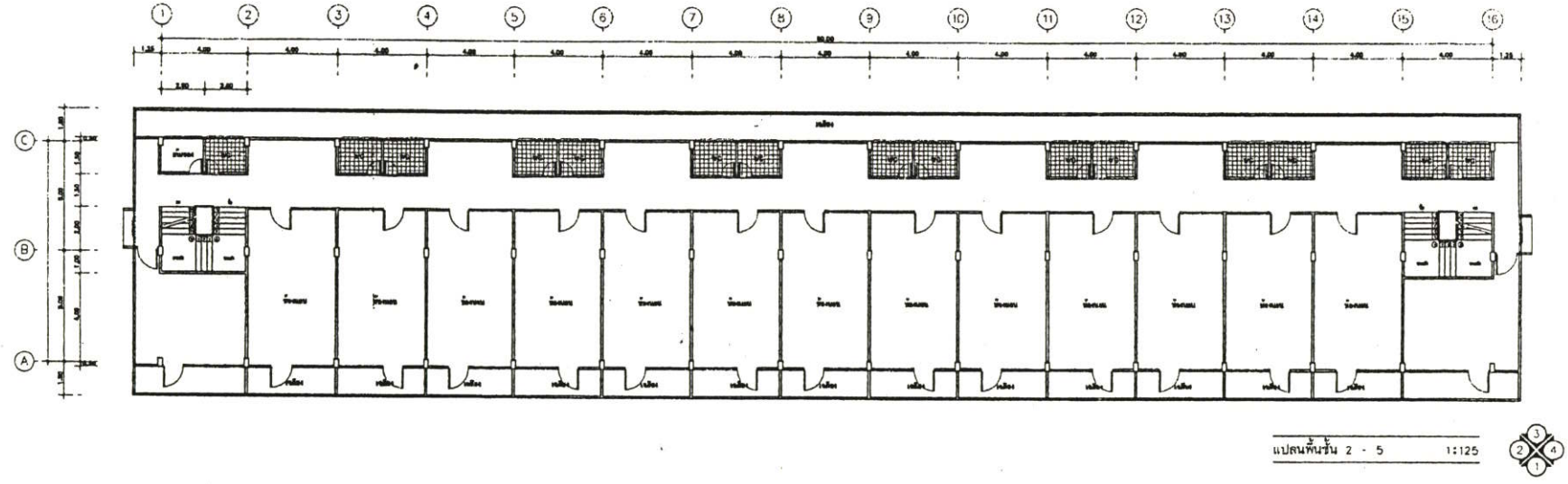
พื้นที่ชั้นที่ 2-5 ประกอบด้วย ห้องพัก ห้องน้ำ ห้องเก็บของ และโถงบันได

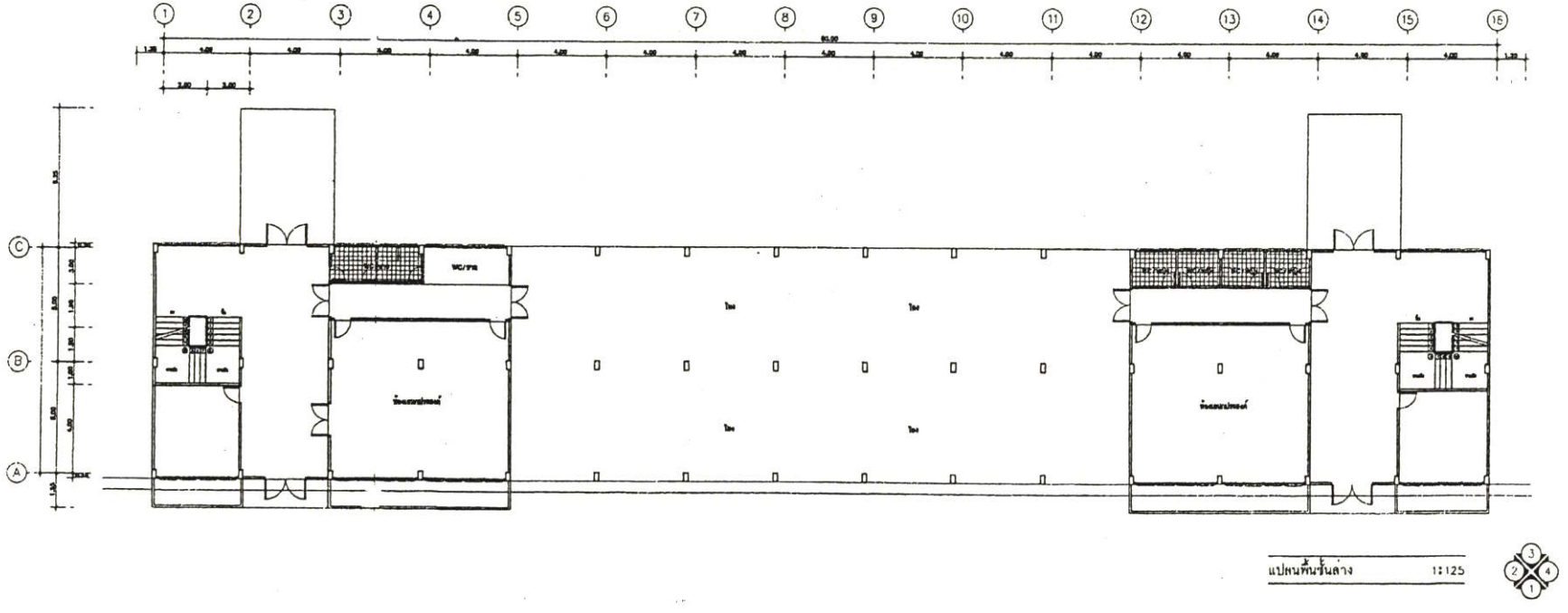
พื้นที่ชั้นดาดฟ้า ประกอบด้วย พื้นที่ถังเก็บน้ำ และพื้นที่โล่ง

โดยจะมีรายละเอียดพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ชั้นที่ 1 ถึงชั้นดาดฟ้า ดังนี้

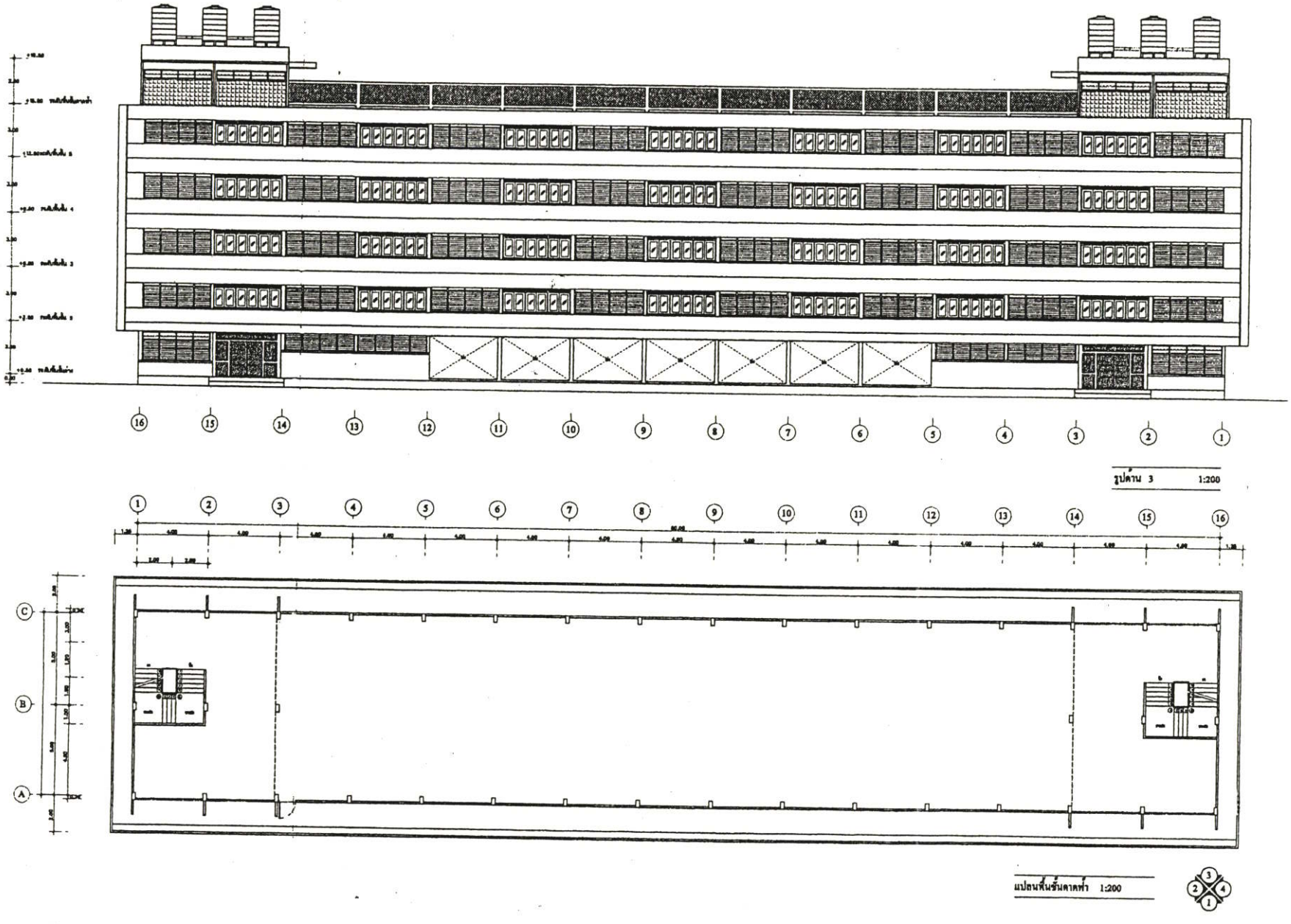
ตารางที่ 3.1 แสดงพื้นที่ใช้สอยของ "อาคารหอพักนักศึกษา"

ชั้นที่	การใช้สอย	ขนาด (ตร.ม.)	จำนวน (ห้อง)	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
1	ห้องกิจกรรม	56.00	2	112.00
	ห้องน้ำ	3.60	8	28.80
	โถงบันได	80.00	2	160.00
	พื้นที่โล่ง	299.20	1	299.20
	รวม			***600.00***
2 - 5	ห้องพักแบบที่ 1	28.00	52	1,456.00
	ห้องพักแบบที่ 2	22.25	8	178.00
	ระเบียงแบบที่ 1	6.00	52	312.00
	ระเบียงแบบที่ 2	7.875	8	63.00
	ห้องน้ำ	3.60	60	216.00
	ห้องเก็บของ	3.60	4	14.40
	โถงบันได	67.20	2	134.40
	พื้นที่ทางเดิน	125.30	4	501.20
	กันสาด	93.75	4	375.00
	รวม			***3,250.00***
ดาดฟ้า	พื้นที่ถังเก็บน้ำ	80.00	2	160.00
	พื้นที่โล่ง	440.00	1	440.00
	กันสาด	337.50	1	337.50
	รวม			***937.50***
รวมพื้นที่ใช้สอยของอาคารทั้งหมด				**4,787.50**

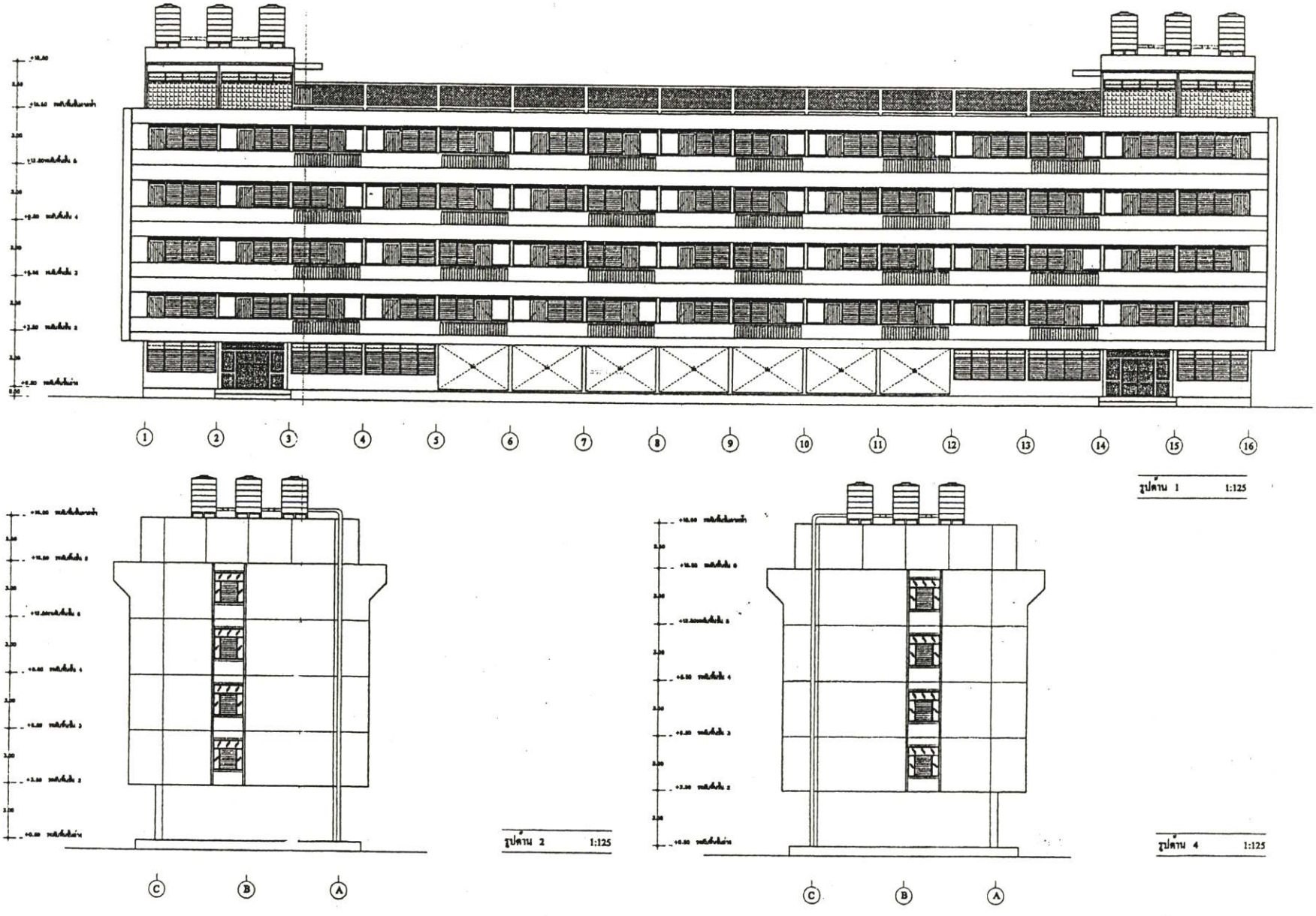




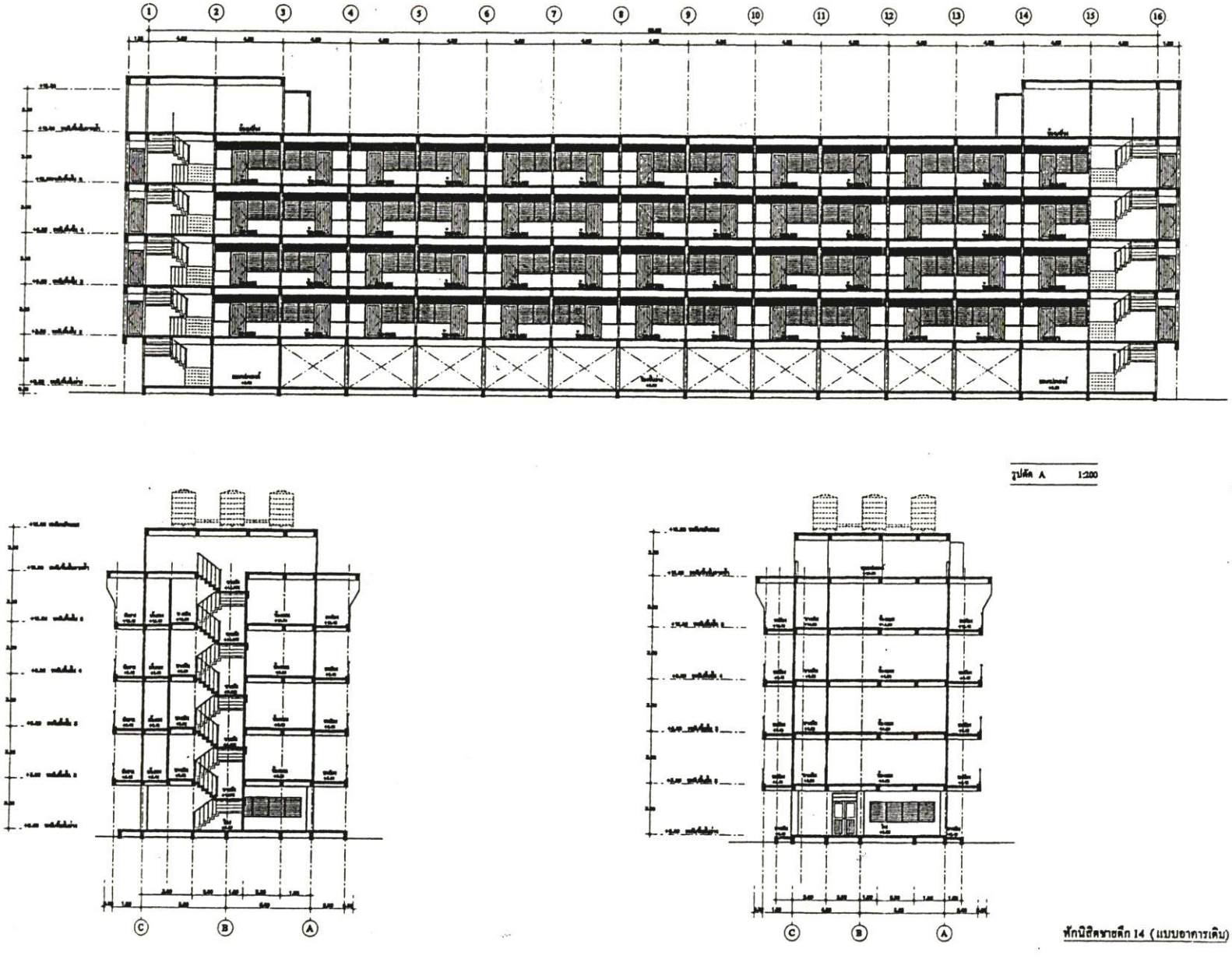
ภาพที่ 3.12 แสดงแบบอาคารหอพักชายที่ 14 (1)



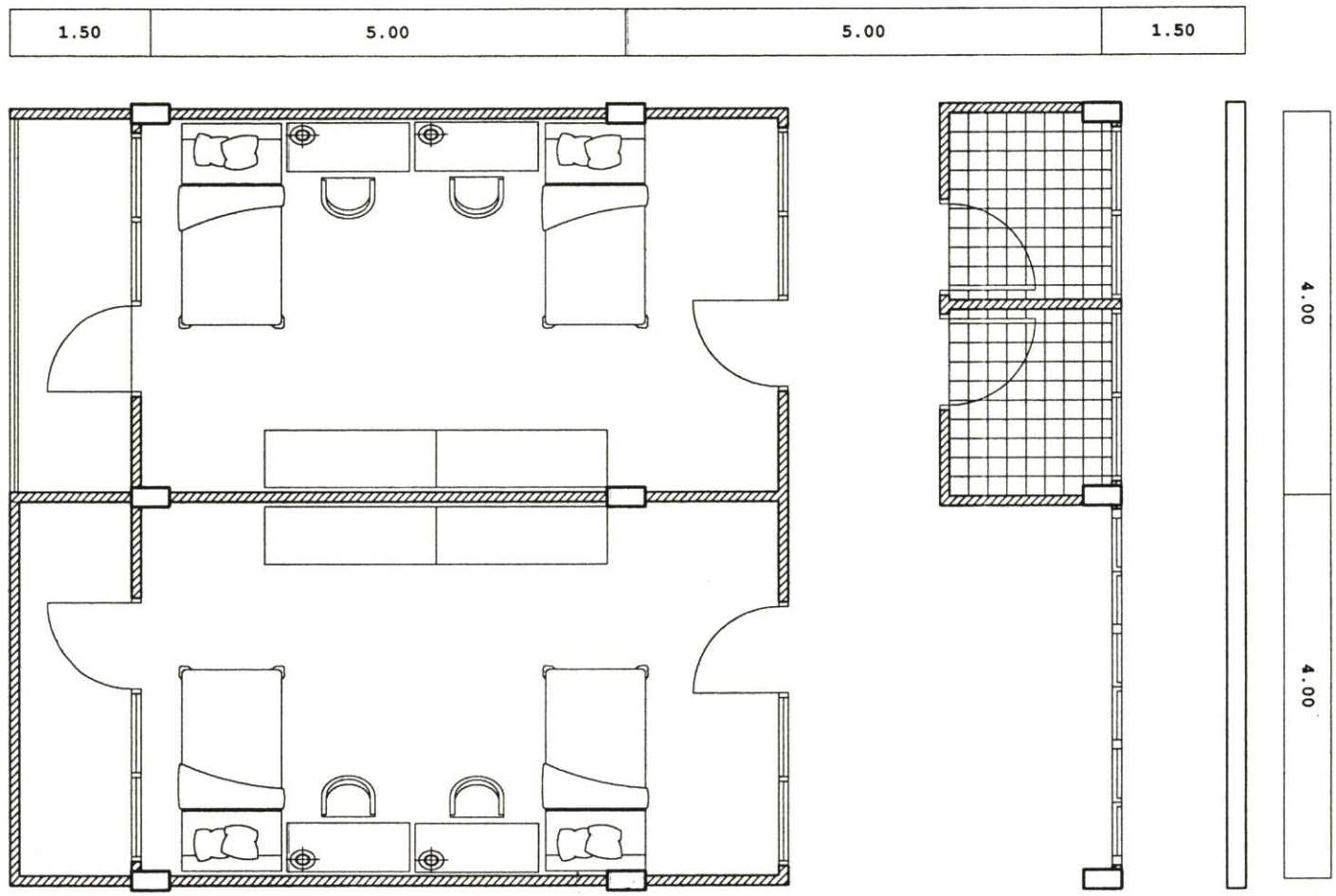
ภาพที่ 3.12 แสดงแบบอาคารหอพักชายที่ 14 (2)



ภาพที่ 3.12 แสดงแบบอาคารหอพักชายที่ 14 (3)

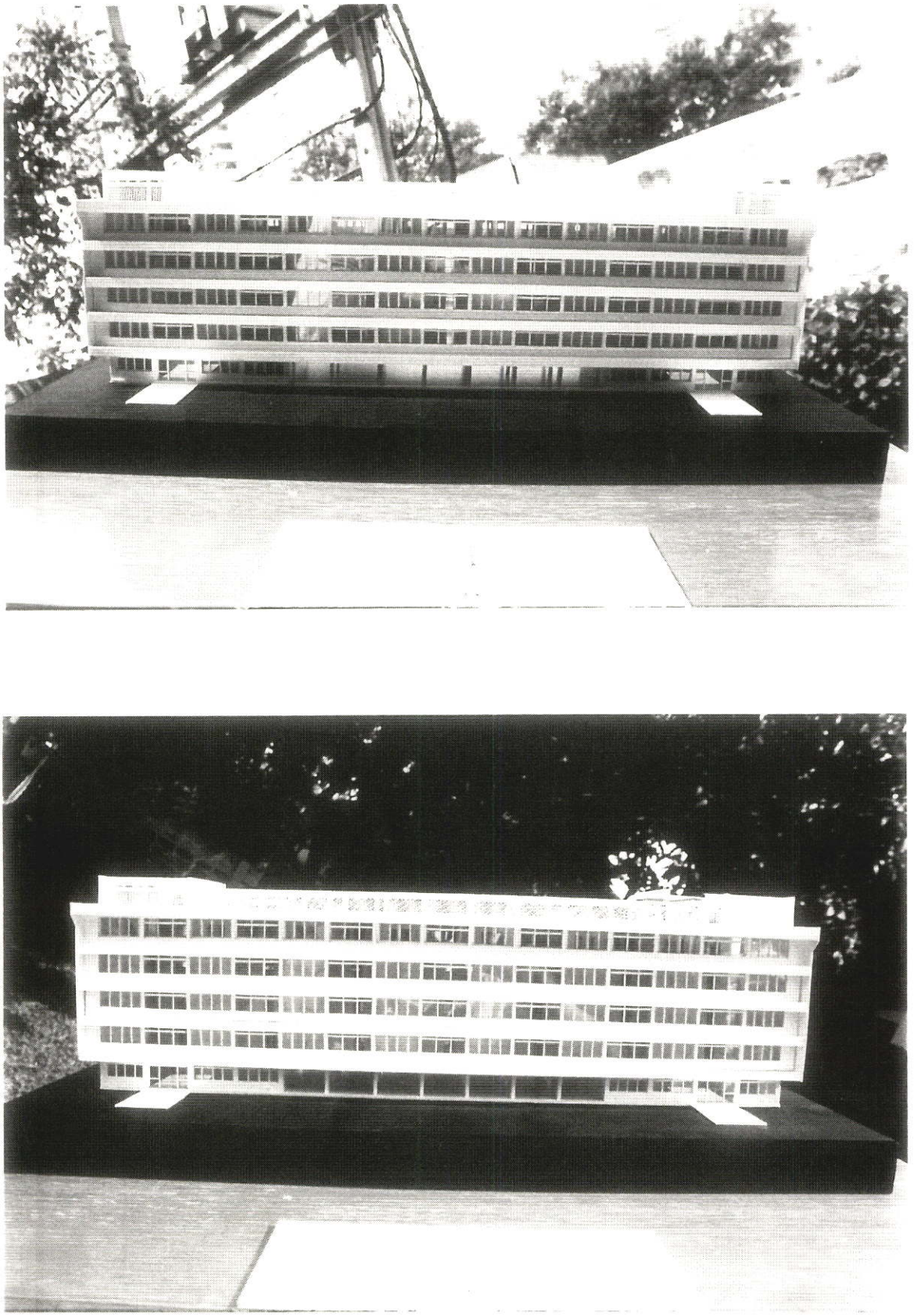


ภาพที่ 3.12 แสดงแบบอาคารหอพักชายที่ 14 (4)

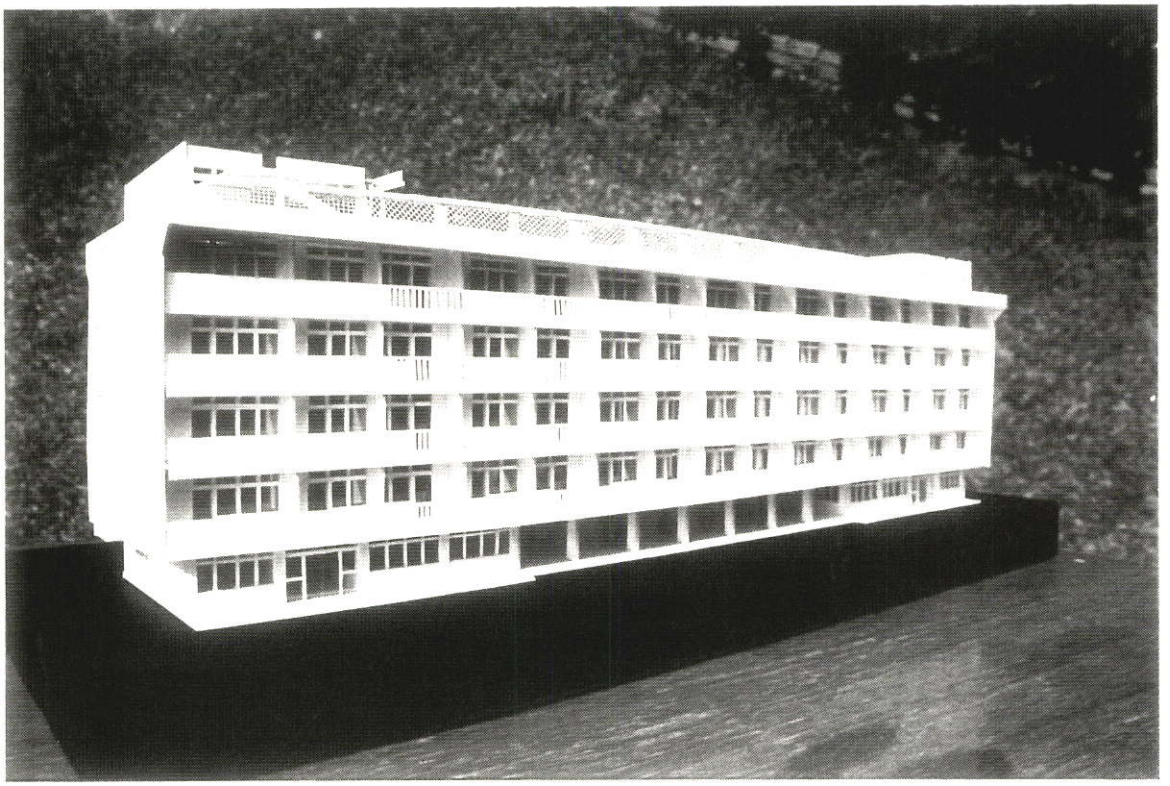


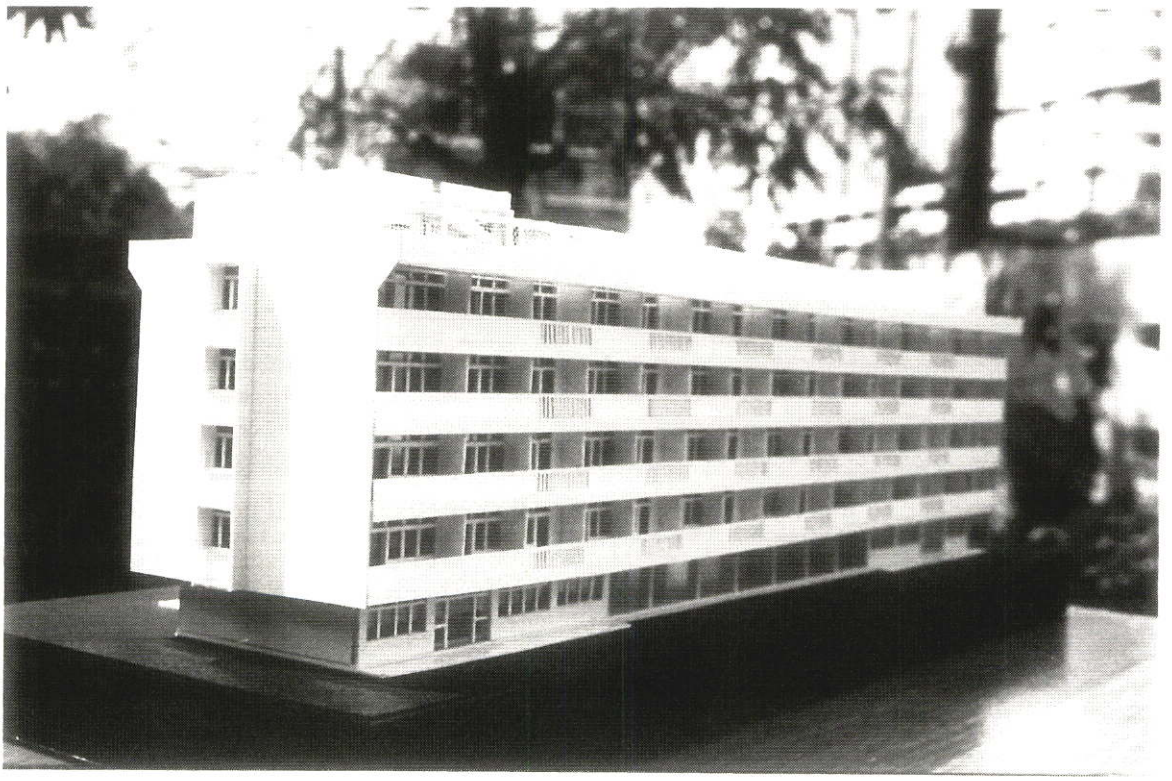
PLAN 1:75

ภาพที่ 3.13 แสดงแบบขยายห้องพักภายในอาคารหอพักชายที่ 14



ภาพที่ 3.14 แสดงแบบจำลองอาคารหอพักชายที่ 14 (1)





ภาพที่ 3.14 แสดงแบบจำลองอาคารหอพักชายที่ 14 (2)

3.3 พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรายละเอียดพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร *"หอพักนักศึกษา"* นี้ จากการสังเกตและสอบถามจากผู้ใช้อาคาร โดยสามารถสรุปช่วงเวลาในการใช้งานของพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆ ของอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงช่วงเวลาในการใช้งานของผู้ใช้อาคารใน "อาคารหอพักนักศึกษา"

ชั้นที่	องค์ประกอบ	ผู้ใช้	วันที่ใช้งาน	เวลา
1	- ห้องกิจกรรม	นักศึกษา	ทุกวัน	06.00 - 22.00 น.
	- ห้องน้ำ	นักศึกษา, ผู้มาเยี่ยม	ทุกวัน	08.00 - 20.00 น.
	- พื้นที่โล่ง	นักศึกษา, ผู้มาเยี่ยม	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา (ก่อน 20.00 น.)
	- โถงบันได	นักศึกษา	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
		นักการ	จันทร์ - ศุกร์	07.30 - 16.30 น.
2 - 5	- ห้องพัก	นักศึกษา	จันทร์ - ศุกร์	17.00 - 08.00 น.
			เสาร์ - อาทิตย์	ไม่เป็นเวลา
	- ระเบียง	นักศึกษา	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
	- ห้องน้ำ	นักศึกษา	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
	- ห้องเก็บของ	นักศึกษา	ช่วงก่อน-หลังปิดภาค	08.00 - 16.30 น.
	- พื้นที่ทางเดิน	นักศึกษา	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
		นักการ	จันทร์ - ศุกร์	07.30 - 16.30 น.
ดาดฟ้า	- พื้นที่ถังเก็บน้ำ	นักการ	ไม่สามารถระบุได้	ไม่เป็นเวลา
	- ซักผ้า, ตากผ้า	นักศึกษา	ทุกวัน	ไม่เป็นเวลา
		นักการ	จันทร์ - ศุกร์	07.30 - 16.30 น.

จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารส่วนใหญ่จะไม่เป็นเวลา สำหรับพื้นที่ส่วนกลางในชั้นที่ 1 สามารถใช้งานห้องกิจกรรมได้ตั้งแต่เวลา 06.00 - 22.00 น. เท่านั้น หลังเวลา 22.00 น. จะปิดไม่ให้มีการใช้งาน และห้ามนักศึกษาเข้าออกหอพักหลังจาก 22.00 น. ไปแล้ว ส่วนในพื้นที่ห้องพัก ตั้งแต่ชั้นที่ 2 จนถึงชั้นที่ 5 ทางเดินภายในสามารถติดต่อถึงกันได้ตลอดเวลา ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์นักศึกษาส่วนใหญ่จะเริ่มกลับเข้าหอพักตั้งแต่เวลา 17.00 น. เพื่อพักผ่อนและจะกลับออกไปอีกครั้งในเวลาเช้าหลังจากหอพักเปิดแล้วในเวลา 06.30 น. เป็นต้นไป สำหรับวันเสาร์และอาทิตย์ จะมีการใช้งานในส่วนของห้องพักไม่เป็นเวลา และสุดท้ายในส่วนของชั้นดาดฟ้า นักศึกษาจะมาใช้งานในส่วนนี้เมื่อว่างจากกิจกรรมต่างๆแล้ว ซึ่งจะไม่เป็นเวลาที่แน่นอน

3.4 วัสดุประกอบอาคาร

จากการสำรวจและเก็บข้อมูล พบว่า ชนิด และสี ของวัสดุผิวในพื้นที่ใช้สอยส่วนต่างๆ ของอาคารมีความแตกต่างกัน โดยได้สรุปรายละเอียดของวัสดุต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงวัสดุและสีที่ใช้ใน "อาคารหอพักนักศึกษา"

ชั้นที่	การใช้สอย	พื้น		ผนัง		ฝ้าเพดาน	
		วัสดุผิว	สี	วัสดุ	สี	วัสดุ	สี
1	ห้องกิจกรรม	หินขัด	ขาว	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ขาว	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	ห้องน้ำ	กระเบื้องเซรามิค	เทา	ก่ออิฐฉาบปูน บุกระเบื้องเซรามิค	ฟ้า	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	โถงบันได	หินขัด	ขาว	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ครีม	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	พื้นที่โล่ง	คอนกรีตเปลือย	เทา	ไม่มี	-	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
2 - 5	ห้องพัก	กระเบื้องยาง	เขียว	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ครีม	ยิปซั่มบอร์ด	ขาว
	ระเบียง	คอนกรีตเปลือย	เทา	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ขาว	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	ห้องน้ำ	กระเบื้องเซรามิค	เทา	ก่ออิฐฉาบปูน บุกระเบื้องเซรามิค	ฟ้า	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	ห้องเก็บของ	กระเบื้องยาง	ฟ้า	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ฟ้า	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	โถงบันได	หินขัด	ขาว	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ครีม	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
	พื้นที่ทางเดิน	หินขัด	ขาว	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ครีม	คอนกรีตเปลือย ทาสีพลาสติก	ขาว
ดาดฟ้า	ถังเก็บน้ำ	คอนกรีตเปลือย	เทา	ก่ออิฐฉาบปูน ทาสีพลาสติก	ขาว	ไม่มี	-
	พื้นที่โล่ง	คอนกรีตเปลือย	เทา	อิฐโปร่ง ทาสีพลาสติก	ขาว	ไม่มี	-

หมายเหตุ ประตูและหน้าต่าง ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.6.2 ช่องเปิด

3.5 พื้นที่เปลือกอาคาร

แยกคำนวณเป็น 2 ส่วนคือพื้นที่เปลือกอาคารในส่วนที่เป็นผนังและพื้นที่ส่วนที่เป็นหลังคา

3.5.1 การคำนวณพื้นที่เปลือกอาคารในส่วนที่เป็นผนัง

การคำนวณในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็นผนังทึบและผนังโปร่งแสง ซึ่งสามารถแยกพื้นที่ได้ตามตารางที่ 3.4 ดังนี้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดพื้นที่เปลือกอาคารในส่วนที่เป็นผนัง

รหัสผนัง	ทิศทางผนัง	ลักษณะของเปลือกอาคาร				รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
		ผนังทึบ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ผนังโปร่งแสง	พื้นที่ (ตร.ม.)	
N1	เหนือ	ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม.	258.14	บานเปิดคู่	180..88	439.02
N2	เหนือ	ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม.	118.94	บานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า	206.72	325.66
N2	เหนือ	คอนกรีตบล็อก ชนิดมีลิ้นกระจก	21.28	กระจกฝ้าติดตาย แบบซ้อนเกล็ด	7.60	28.88
N3	เหนือ	ผนังก่ออิฐฉาบปูน ฉาบผิวกรวดล้าง	28.50	บานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า	29.26	57.76
E1	ตะวันออก	ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม.	195.64	บานเกล็ดปรับมุม พร้อมช่องแสง	10.56	206.20
E2	ตะวันออก	ผนังก่ออิฐฉาบปูน ฉาบผิวกรวดล้าง	29.58	-	-	29.58
S1	ใต้	ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม.	435.22	บานเกล็ดปรับมุม กระจกใส และประตู	313.60	748.82
S2	ใต้	คอนกรีตบล็อก ชนิดมีลิ้นกระจก	21.28	กระจกฝ้าติดตาย แบบซ้อนเกล็ด	7.60	28.88
W1	ตะวันตก	ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 ม.	195.64	บานเกล็ดปรับมุม พร้อมช่องแสง	10.56	206.20
W2	ตะวันตก	ผนังก่ออิฐฉาบปูน ฉาบผิวกรวดล้าง	29.58	-	-	29.58
รวมพื้นที่เปลือกอาคาร		ผนังทึบ	1,333.80	ช่องเปิด	766.78	**2,100.58**

3.5.2 การคำนวณพื้นที่เปลือกอาคารในส่วนที่เป็นหลังคา

ในส่วนหลังคาจะเป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก มีพื้นที่รวม 937.50 ตารางเมตร

3.6 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของเปลือกอาคาร

สำหรับงานวิจัยนี้จะขอแบ่งรายละเอียดของเปลือกอาคารของอาคารกรณีศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ตามลักษณะการใช้สอยดังนี้

3.6.1 ผนังทึบ (Opaque Wall)

3.6.2 ช่องเปิด (Openings)

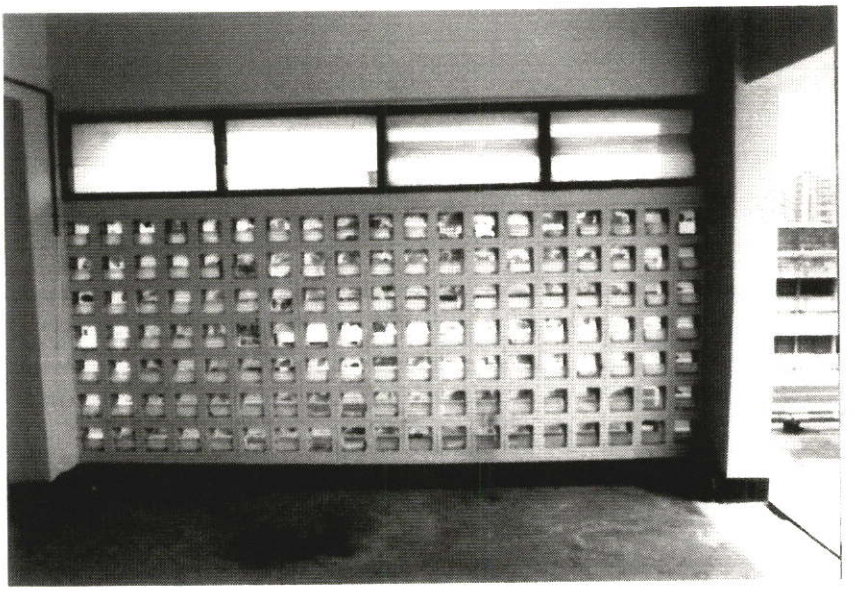
3.6.3 หลังคา (Roof)

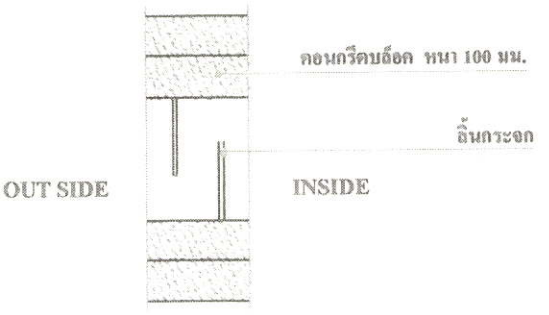
3.6.4 อุปกรณ์บังแดด (Shading Device)

3.6.1 ผนังทึบ (Opaque Wall)

ในส่วนที่เป็นผนังทึบ สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

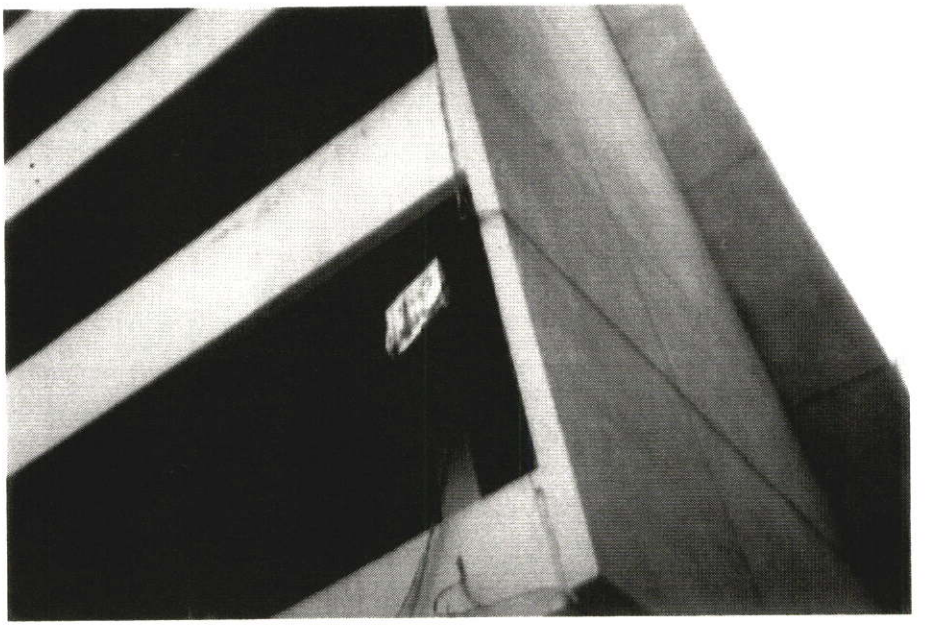
3.6.1.1 ผนังภายนอก (Wall 1) ก่อด้วยคอนกรีตบล็อกชนิดมีลิ้นคู่เป็นกระจก โดยมีขนาด 0.19 x 0.19 x 0.10 เมตร/ก้อน ทาสีน้ำพลาสติกสีขาว



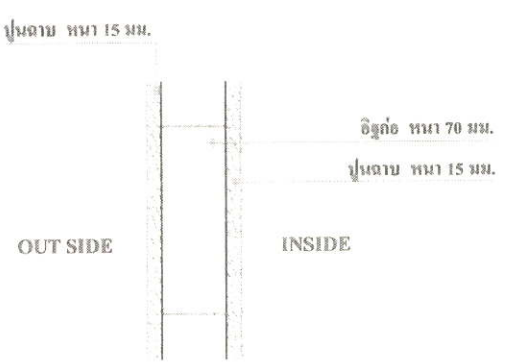


ภาพที่ 3.15 แสดงผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีลิ้นคู่เป็นกระจก

3.6.1.2 ผนังภายนอก (Wall 2) ก่อด้วยอิฐมอญฉาบปูนเรียบทั้งด้านในและด้านนอกอาคาร มีความหนารวม 0.10 เมตร (0.10 m. Brick) ทาสีน้ำพลาสติกสีขาว

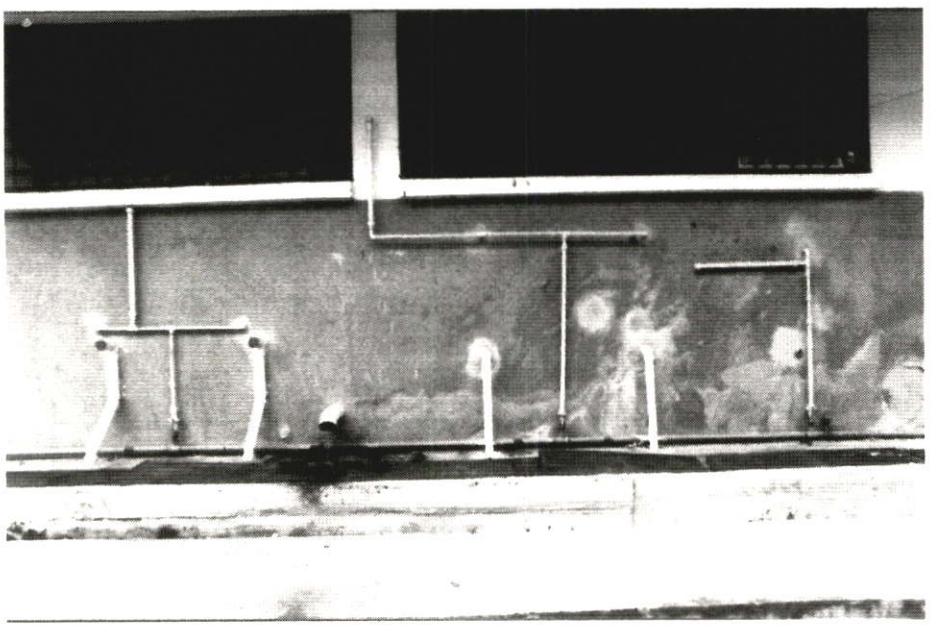


ภาพที่ 3.16 แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก

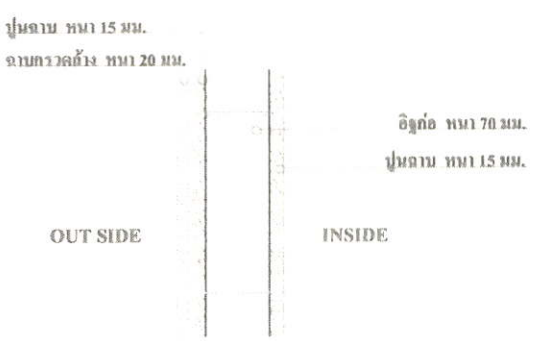


	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.280
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**3.571 W / m^2 . K**	

3.6.1.3 ผนังภายนอก (Wall 3) ก่อด้วยอิฐมอญ ด้านในฉาบปูนเรียบทาสีน้ำพลาสติก สีครีม ส่วนด้านนอกฉาบผิวด้วยกรวดล้างสีธรรมชาติ



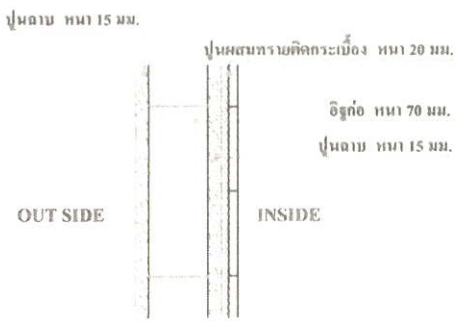
ภาพที่ 3.17 แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ ด้านนอกทำผิวกรวดล้าง



	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ฉาบผิวกรวดล้าง 20 มม.	0.115	0.174
R_2	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_3	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_4	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.454
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**2.203 W / m^2 . K**	

3.6.1.4 ผนังภายนอก (Wall 4) ก่อด้วยอิฐมอญ ด้านนอกฉาบปูนเรียบทาสีพลาสติกสีขาว ด้านในบุกระเบื้องเซรามิค มีความหนาผนังรวม 0.115 เมตร

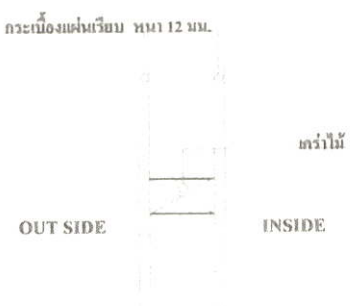
ภาพที่ 3.18 แสดงผนังก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ ด้านในบุกระเบื้องเซรามิค



	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_4	ปูนผสมทรายติดกระเบื้อง หนา 15 มม.	0.807	0.018
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.298
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**3.355 W / m^2 . K**	

3.6.1.5 ผนังภายใน (Wall 5) เป็นผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ 12 มม. ทาสีน้ำพลาสติก โครงเคร่าไม้ขนาด 1 1/2"x3" # 0.60 เมตร มีความหนารวม 0.10 เมตร

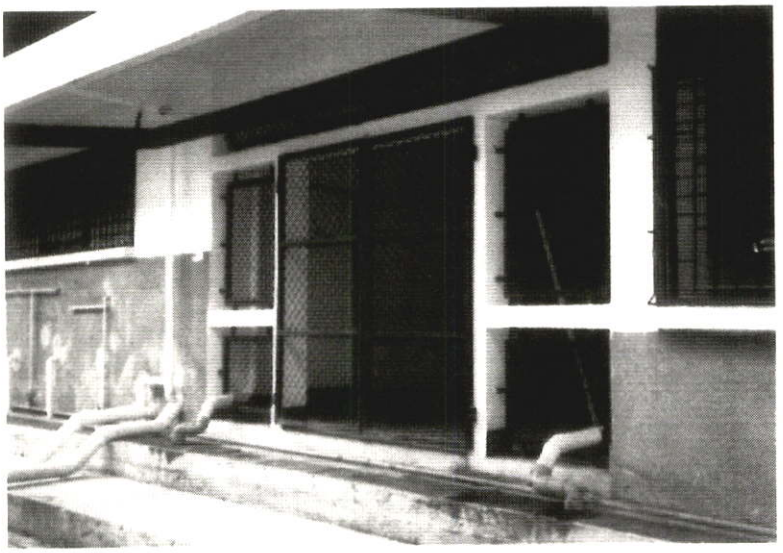
ภาพที่ 3.19 แสดงผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ทาสีน้ำพลาสติก



	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	กระเบื้องแผ่นเรียบ 12 มม.	0.191	0.063
R_2	ฟิล์มอากาศภายในช่องว่าง	-	0.250
R_3	กระเบื้องแผ่นเรียบ 12 มม.	0.191	0.063
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.540
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**1.851 W / m^2. K**	

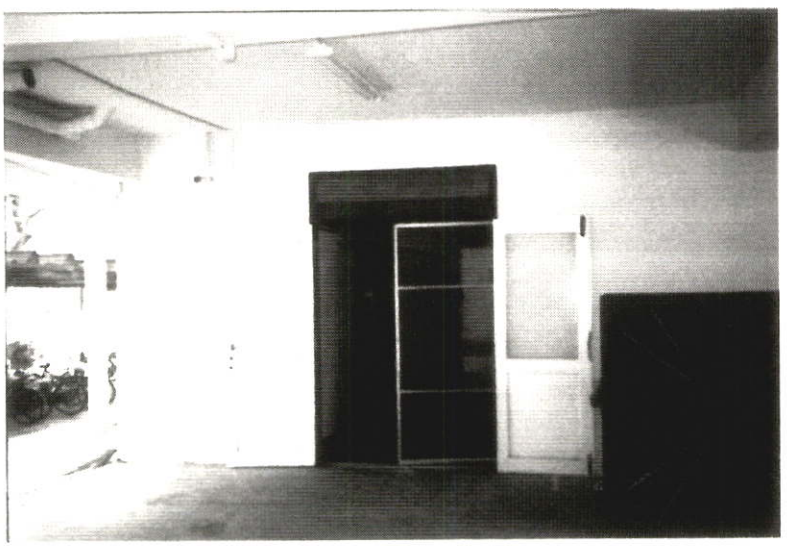
3.6.2 ช่องเปิด (Openings)

3.6.2.1 ประตูบานเปิดคู่ ตัวบานเป็นโครงเหล็กฉาก ทาสีน้ำมันสีน้ำตาลเข้ม ขนาด 1.80 x 2.00 เมตร



ภาพที่ 3.20 แสดงประตูบานเปิดคู่ ตัวบานโครงเหล็กฉาก

3.6.2.2 ประตูบานเปิดคู่ กรอบบานไม้จริงลูกฟักกระจกใสหนา 6 มม. ทาสีน้ำมันสีขาว ขนาด 1.50 x 2.00 เมตร พร้อมช่องระบายอากาศเหนือประตูเป็นกระจกฝ้าซ้อนเกล็ด ขนาด 0.40 x 1.50 เมตร

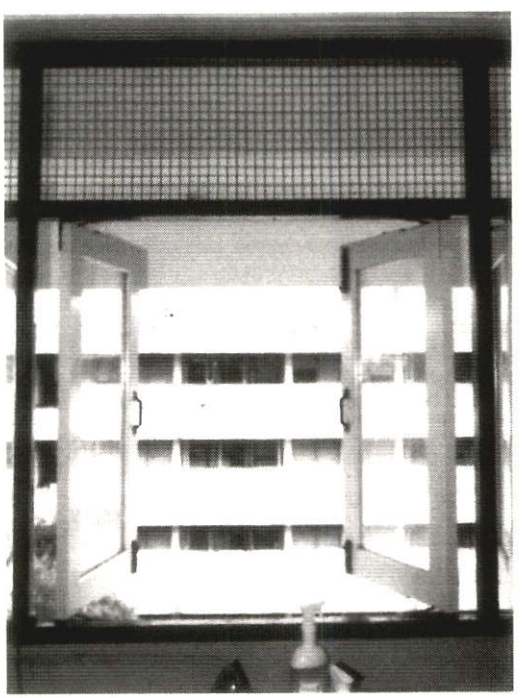


ภาพที่ 3.21 แสดงประตูบานเปิดคู่ กรอบบานไม้จริงลูกฟักกระจกใส

3.6.2.3 ประตูบานเปิดเดี่ยว กรอบบานไม้จริงทาสีน้ำมันสีขาว ขนาด 0.90 x 2.00 เมตร พร้อมช่องระบายอากาศติดมุ้งลวดเหนือประตู ขนาด 0.80 x 0.90 เมตร

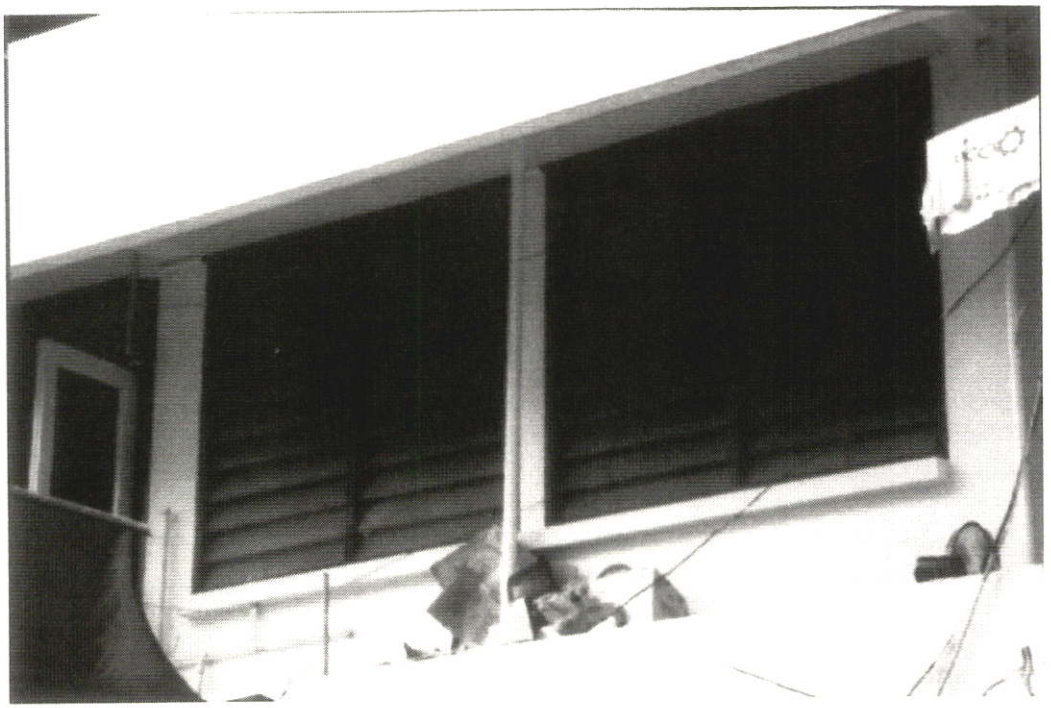
ภาพที่ 3.22 แสดงประตูบานเปิดเดี่ยว บานไม้จริง พร้อมช่องระบายอากาศ

3.6.2.4 หน้าต่างภายนอกแบบที่ 1 (W1) เป็นบานเปิดคู่ลูกฟักกระจกใสหนา 6 มม. ขนาด 1.20 x 1.10 เมตร พร้อมช่องแสงเป็นตาข่ายเหล็กเหนือบานหน้าต่าง ขนาด 0.90 x 0.45 เมตร



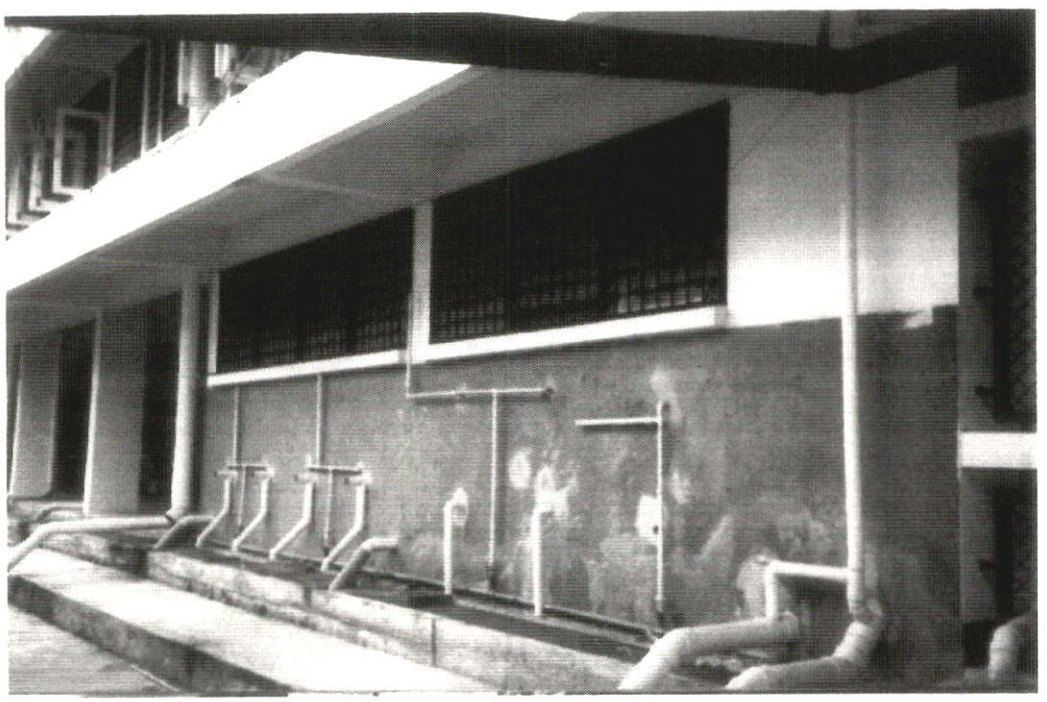
ภาพที่ 3.23 แสดงหน้าต่างบานเปิดคู่ บานไม้จริงลูกฟักกระจกใส

3.6.2.5 หน้าต่างภายนอกแบบที่ 2 (W2) เป็นบานเกล็ดติดตายกระจกฝ้าหนา 6 มม. ขนาด 0.90 x 1.55 เมตร



ภาพที่ 3.24 แสดงหน้าต่างบานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า หนา 6 ม.ม. (สูง 1.60 ม.)

3.6.2.6 หน้าต่างภายนอกแบบที่ 3 (W3) เป็นบานเกล็ดติดตายกระจกฝ้าหนา 6 มม. ขนาด 0.90 x 1.00 เมตร



ภาพที่ 3.25 แสดงหน้าต่างบานเกล็ดติดตาย กระจกฝ้า หนา 6 ม.ม. (สูง 1.00 ม.)

3.6.2.7 หน้าต่างภายนอกแบบที่ 4 (W4) เป็นบานเกล็ดปรับองศา กระจกใสหนา 5 ม.ม. ขนาด 0.90 x 1.10 เมตร พร้อมช่องระบายอากาศเป็นกระจกใสซ้อนเกล็ด ขนาด 0.90 x 0.40 เมตร

ภาพที่ 3.26 แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องระบายอากาศ

3.6.2.8 หน้าต่างภายนอกแบบที่ 5 (W5) เป็นบานเกล็ดปรับองศา กระจกใสหนา 5 มม. ขนาด 0.90 x 1.10 เมตร พร้อมช่องแสงเป็นกระจกติดตายด้านบน ขนาด 1.50 x 0.40 เมตร และกระจกติดตายขนาด 0.30 x 1.10 เมตร ที่ด้านข้าง

ภาพที่ 3.27 แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องแสงติดตาย

3.6.2.9 หน้าต่างภายใน (W6) เป็นบานเกล็ดปรับองศา กระจกใสหนา 5 ม.ม. ขนาด 0.90 x 1.10 เมตร พร้อมช่องระบายอากาศติดมุ้งลวดเหนือหน้าต่าง ขนาด 0.90 x 0.40 เมตร

ภาพที่ 3.28 แสดงหน้าต่างบานเกล็ดปรับองศา กระจกใส หนา 5 ม.ม. พร้อมช่องระบายอากาศ

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดกระจกหน้าต่างของ *"อาคารหอพักนักศึกษา"*

Code	Glass type	Thickness (mm.)	Weight ($kg./m^2$)	U - value		SC
				Winter ($W/m^2.K$)	Summer ($W/m^2.K$)	
W1	กระจกใส	6	15	5.50	5.01	0.96
W2	กระจกฝ้า	6	15	5.50	5.38	0.66
W3	กระจกฝ้า	6	15	5.50	5.38	0.66
W4	กระจกใส	5	12	5.54	5.01	0.97
W5	กระจกใส	5	12	5.54	5.01	0.97
W6	กระจกใส	5	12	5.54	5.01	0.97

3.6.3 หลังคา (Roof)

3.6.3.1 หลังคาของส่วนห้องพักมีลักษณะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.20 เมตร ไม่มีวัสดุทับหน้า

ภาพที่ 3.29 แสดงหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.20 ม.

	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.055
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตหนา 170 มม.	1.442	0.125
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.162
	ค่าความต้านทานรวม		0.398
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**2.513 W / m^2 . K**	

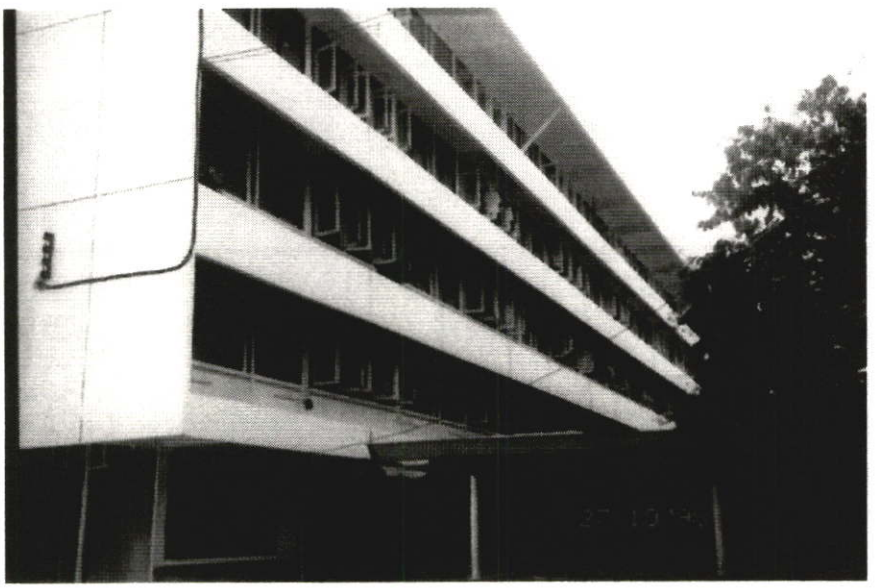
3.6.3.2 สำหรับชั้นดาดฟ้า จะมีหลังคาปกคลุมในส่วนที่เป็นโถงบันไดเท่านั้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้ตั้งถังเก็บน้ำ มีลักษณะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.22 เมตร ไม่มีช่องแสง (Sky Light) และฉนวนกันความร้อน

ภาพที่ 3.30 แสดงหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.22 ม.

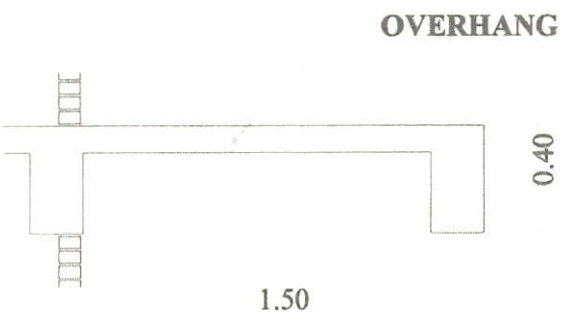
	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.055
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตหนา 190 มม.	1.442	0.139
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.162
	ค่าความต้านทานรวม		0.412
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**2.427 W / m^2 . K**	

3.6.4 อุปกรณ์บังแดด (Shading Device)

3.6.4.1 ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดด้านหน้าอาคาร มีลักษณะเป็นแผงบังแดดตามนอน(Overhang) ยื่นออกจากตัวอาคาร 1.50 เมตร เป็นแผงคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.10 เมตร และมีความยาวตลอดแนวอาคาร



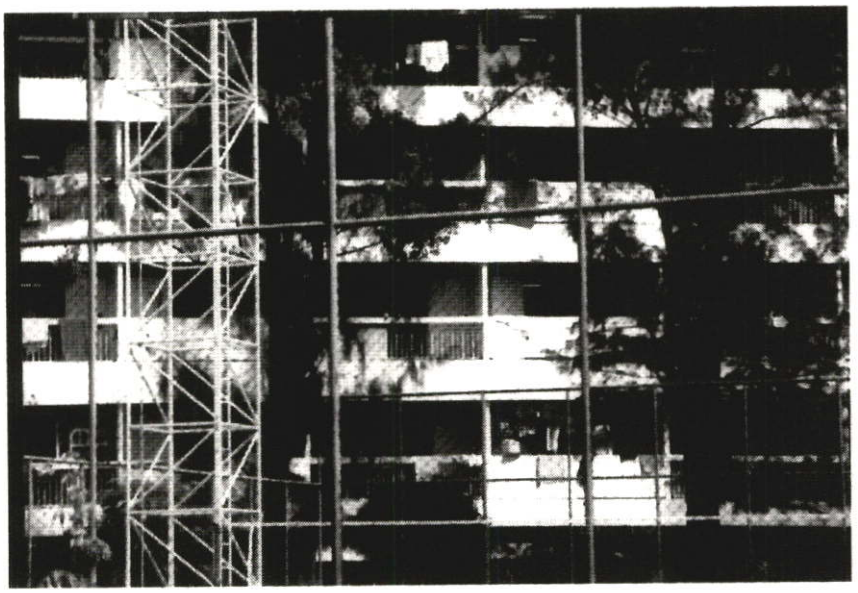
ภาพที่ 3.31 แสดงอุปกรณ์บังแดดด้านหน้าอาคาร (ทิศเหนือ)



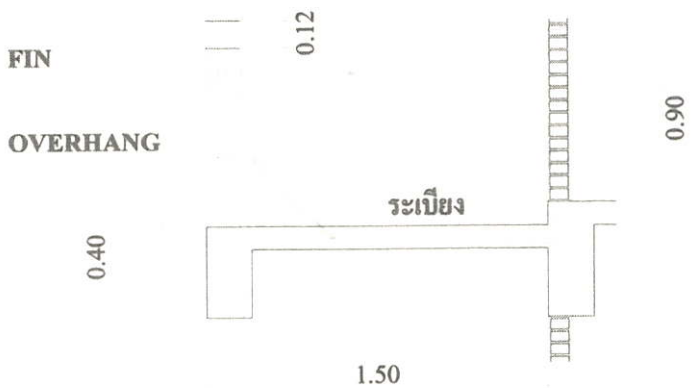
ตารางที่ 3.6 แสดงมุมที่ผนังด้านทิศเหนือทำมุมกับดวงอาทิตย์ในวันวิกฤติ (Critical Day)

เวลา	มุมที่ผนังทำมุมกับดวงอาทิตย์ (θ)			
	21 มีนาคม	22 มิถุนายน	24 กันยายน	22 ธันวาคม
09.00	ไม่โดนแดด	ALT = 45° AZ = -110°ใต้	ไม่โดนแดด	ไม่โดนแดด
16.00	ไม่โดนแดด	ALT = 19° AZ = 111°ใต้	ไม่โดนแดด	ไม่โดนแดด

3.6.4.2 ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดด้านหลังอาคาร มีทั้งแผงบังแดดตามนอนและตามตั้ง (Fin) ยื่นออกจากตัวอาคาร 1.50 เมตร แผงบังแดดตามนอน มีหน้าที่ใช้สอยเป็นระเบียง เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.10 เมตร



ภาพที่ 3.32 แสดงอุปกรณ์บังแดดด้านหลังอาคาร (ทิศใต้)



ตารางที่ 3.7 แสดงมุมที่ผนังด้านทิศใต้ทำมุมกับดวงอาทิตย์ในวันวิกฤติ (Critical Day)

เวลา	มุมที่ผนังทำมุมกับดวงอาทิตย์ (θ)			
	21 มีนาคม	22 มิถุนายน	24 กันยายน	22 ธันวาคม
09.00	ALT = 42° AZ = -76°ใต้	ไม่โดนแดด	ALT = 42° AZ = -76°ใต้	ALT = 33° AZ = -52°ใต้
17.00	ALT 15° AZ = 86°ใต้	ไม่โดนแดด	ALT 15° ALT = 86°ใต้	ALT 8° AZ = 64°ใต้

3.7 ข้อมูลสภาพอากาศของอาคารกรณีศึกษา

เพื่อให้การศึกษาวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาเป็นไปอย่างถูกต้องตามแนวทาง ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอาคารกรณีศึกษาขึ้น เพื่อนำไปใช้อ้างอิงและวิเคราะห์ความเหมาะสมของวัสดุเปลือกอาคาร ซึ่งข้อมูลสภาพอากาศดังกล่าว ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ทั้งนี้จะไม่ได้ให้ความสำคัญกับแสงสว่าง เนื่องจากความสว่างไม่มีผลกับความสบายทางด้านอุณหภูมิสำหรับงานวิจัยนี้

สถานที่ : อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
วัน-เวลา : วันที่ 21 มีนาคม, 22 มิถุนายน, 24 กันยายน และ 22 ธันวาคม พ.ศ.2541
ตำแหน่ง : ภายนอกและภายในอาคาร
เครื่องมือที่ใช้ : 1. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและเครื่องมือวัดความชื้น (Hygro – Thermometer)
2. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Air Flow Meter)

3.7.1 ข้อกำหนดและวิธีทำการทดสอบ

ในการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศทางด้านอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมของอาคารกรณีศึกษา ได้มีการกำหนดแผนงานไว้ดังนี้

3.7.1.1 สำหรับการกำหนดวันในการเข้าทำการเก็บข้อมูล ได้กำหนดขึ้น 4 วัน คือ วันที่โลกเบนแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุดในวันที่ 21 หรือ 22 มิถุนายน (Summer Solstice) ถัดมาเป็นวันที่โลกเบนแกนขั้วโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ในวันที่ 21 หรือ 22 ธันวาคม (Winter Solstice) และอีก 2 วันสุดท้ายเป็น *"วันที่เวลาเป็นสมดุล"* (Equinox) คือวันที่ทุกๆแห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวันและกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่ากัน ในวันที่ 20 หรือ 21 มีนาคม (Spring Equinox) และวันที่ 23 หรือ 24 กันยายน (Autumn Equinox) ซึ่งในที่นี้จะถือว่าสภาพภูมิอากาศทั้ง 4 วันนี้ ครอบคลุมสภาพภูมิอากาศทั้งปี

3.7.1.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการวัดค่าทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงเวลา 17.00 น.

3.7.1.3 เนื่องจากอาคารกรณีศึกษามีพื้นที่ใช้สอยหลายชั้น จึงต้องมีการกำหนดตำแหน่งในการวัดค่าและเก็บข้อมูล ซึ่งได้ทำการกำหนดไว้ 3 จุดดังนี้

จุดที่ 1 บริเวณพื้นที่โล่งในชั้นที่ 1
จุดที่ 2 ภายในห้องพักตอนกลางในชั้นที่ 4
จุดที่ 3 บริเวณทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4

3.7.2 ค่าอุณหภูมิ (Temperature)

สถานที่ : อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

วัน : 21 มีนาคม, 22 มิถุนายน, 24 กันยายน และ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

เวลา : 09.00 - 17.00 น.

ตำแหน่ง : ภายนอกและภายในอาคาร

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลอุณหภูมิอากาศของอาคารกรณีศึกษา (หน่วยเป็นองศาเซลเซียส)

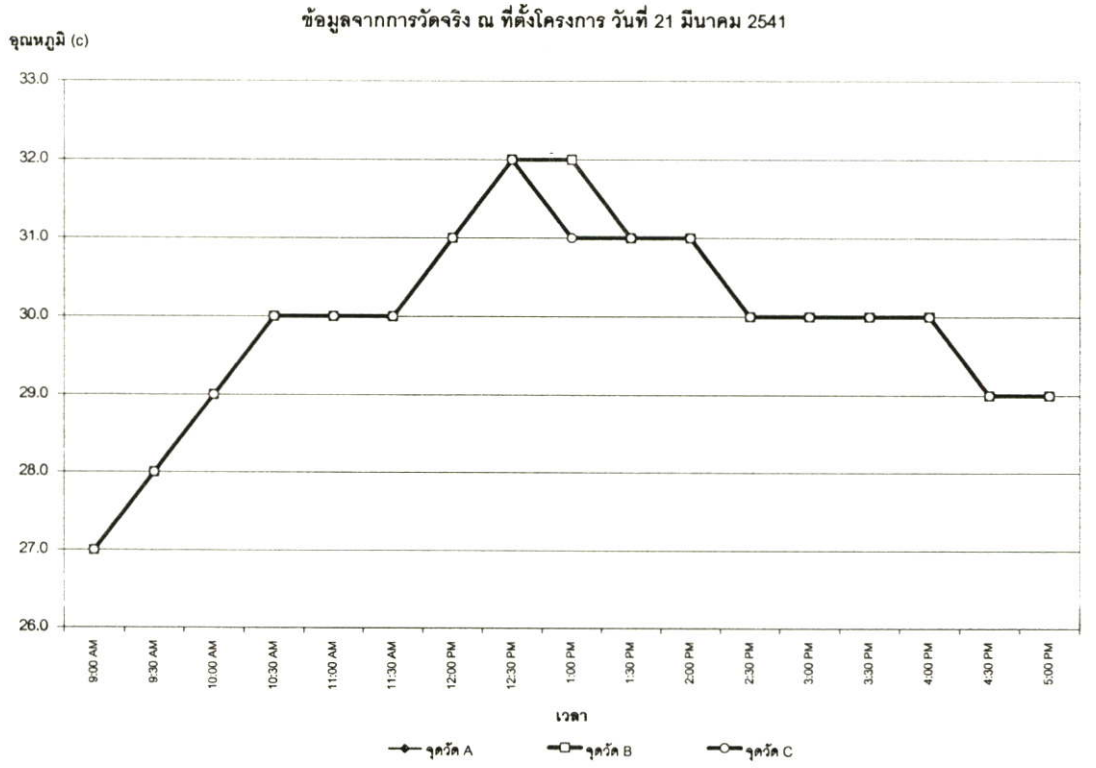
เวลา	21 มีนาคม				22 มิถุนายน				24 กันยายน				22 ธันวาคม			
	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย
09.00	27	27	27	27.0	28	28	28	28.0	27	27	27	27.0	26	26	26	26.0
09.30	28	28	28	28.0	28	28	28	28.0	29	29	29	29.0	26	26	26	26.0
10.00	29	29	29	29.0	29	29	29	29.0	29	29	29	29.0	27	27	27	27.0
10.30	30	30	30	30.0	29	29	29	29.0	30	30	30	30.0	27	27	27	27.0
11.00	30	30	30	30.0	31	31	31	31.0	30	30	30	30.0	28	28	28	28.0
11.30	30	30	30	30.0	30	30	30	30.0	30	30	30	30.0	29	29	29	29.0
12.00	31	31	31	31.0	30	30	30	30.0	30	30	30	30.0	29	29	29	29.0
12.30	32	32	32	32.0	30	30	30	30.0	30	30	30	30.0	30	30	29	29.6
13.00	31	32	31	31.3	31	31	31	31.0	29	29	29	29.0	30	30	30	30.0
13.30	31	31	31	31.0	31	31	31	31.0	28	29	28	28.3	30	30	29	29.6
14.00	31	31	31	31.0	31	31	31	31.0	27	28	28	27.6	30	30	29	29.6
14.30	30	30	30	30.0	31	31	31	31.0	27	28	28	27.6	30	30	29	29.6
15.00	30	30	30	30.0	32	32	31	31.6	28	28	28	28.0	30	30	29	29.6
15.30	30	30	30	30.0	32	32	31	31.6	28	28	28	28.0	30	30	29	29.6
16.00	30	30	30	30.0	32	31	31	31.3	28	28	28	28.0	29	30	29	29.3
16.30	29	29	29	29.0	31	31	30	30.6	28	28	28	28.0	29	29	28	28.3
17.00	29	29	29	29.0	30	30	30	30.0	28	28	28	28.0	28	29	28	28.3
เฉลี่ย	29.8	29.9	29.8	**29.9**	30.3	30.2	30.1	**30.2**	28.5	28.7	28.7	**28.6**	28.7	28.8	28.2	**28.5**

หมายเหตุ บริเวณที่ทำการวัด

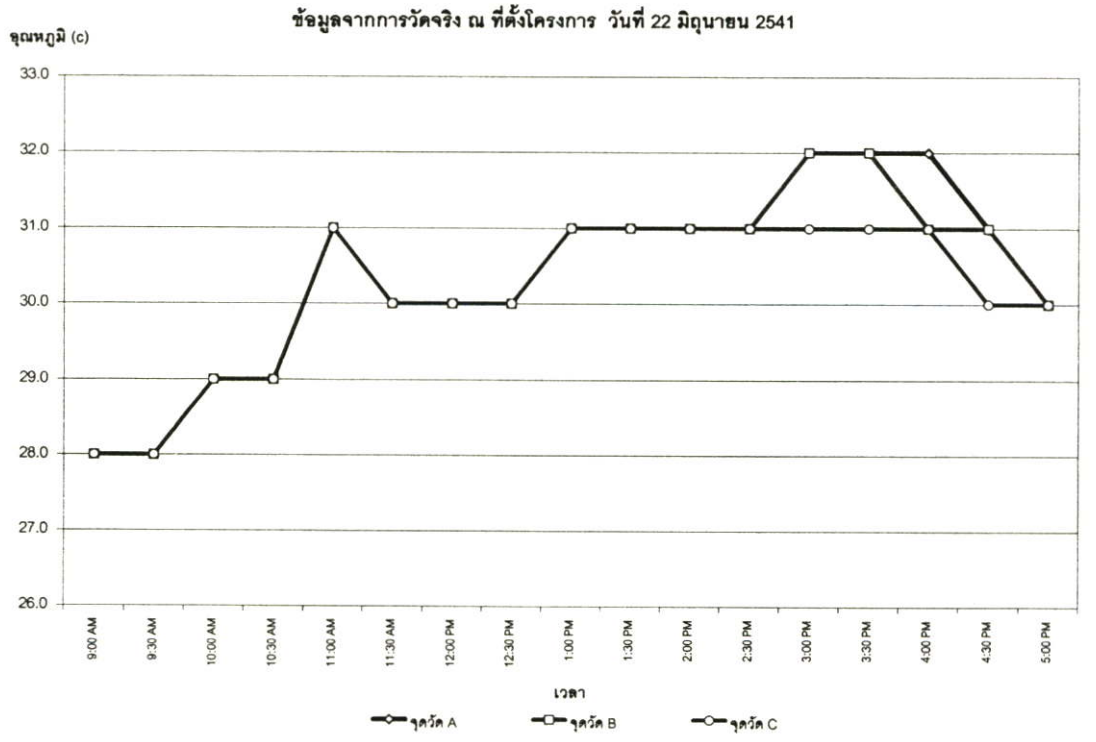
A = บริเวณพื้นที่โล่งในชั้นที่ 1

B = ภายในห้องพักตอนกลางในชั้นที่ 4

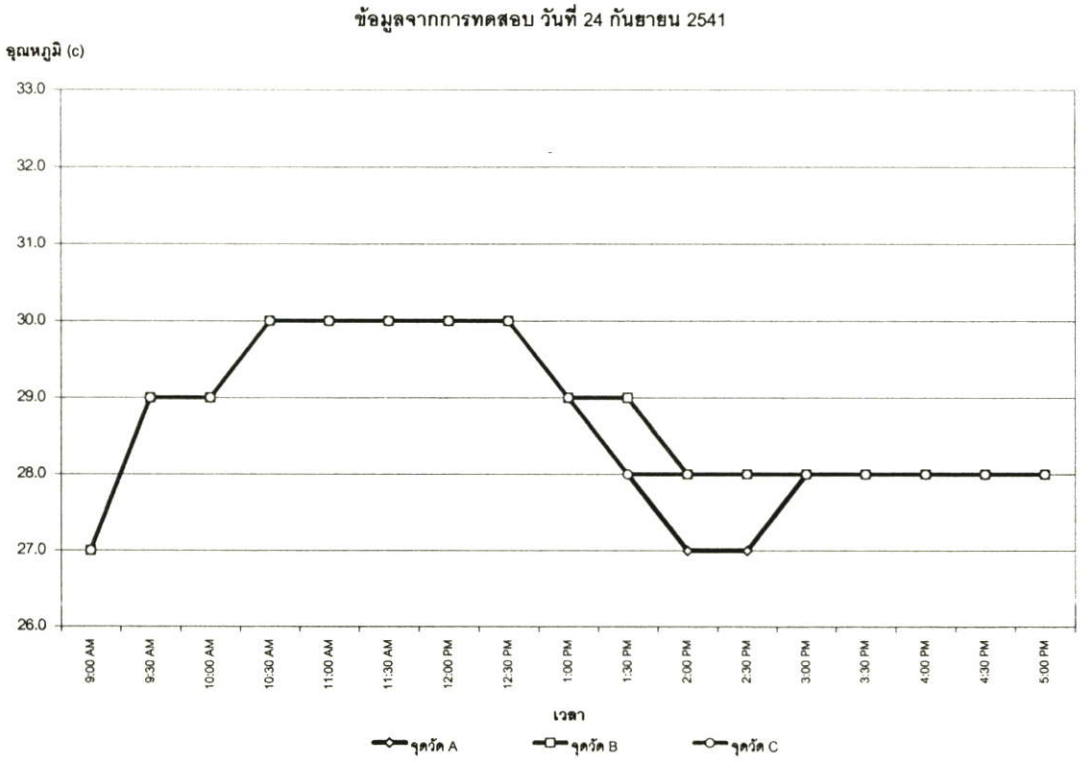
C = บริเวณทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4



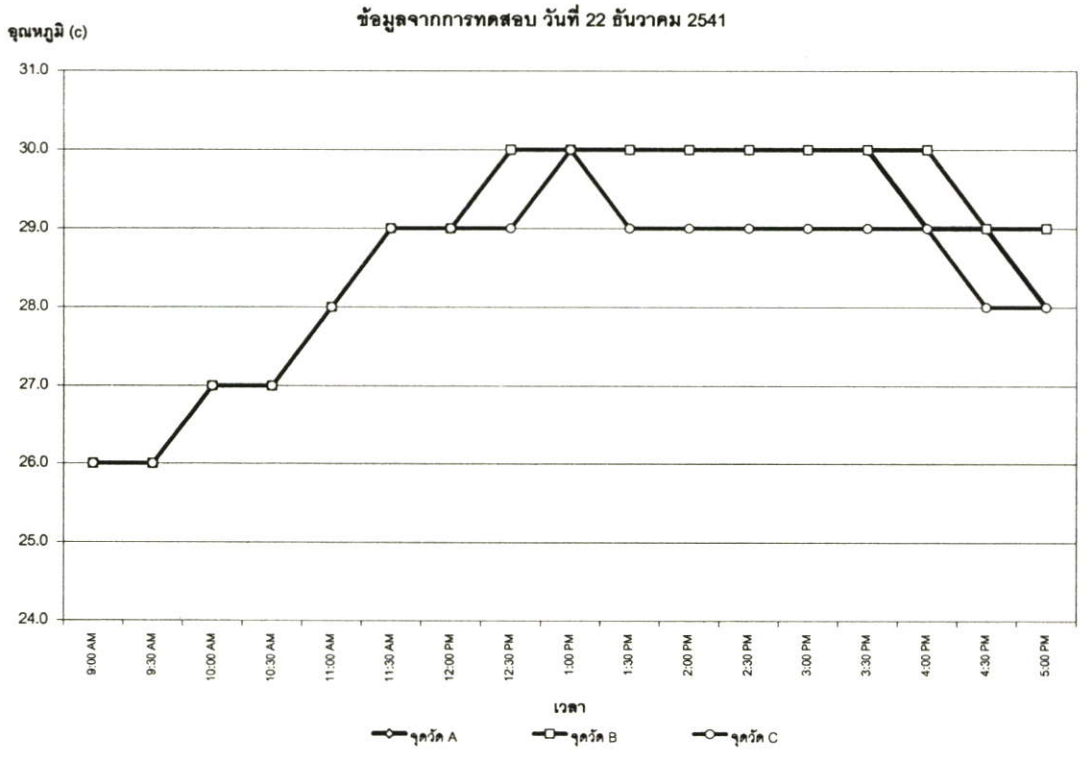
ภาพที่ 3.33 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.34 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.35 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.36 กราฟแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศ วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

3.7.3 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

สถานที่ : อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

วัน : 21 มีนาคม, 22 มิถุนายน, 24 กันยายน และ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

เวลา : 09.00 - 17.00 น.

ตำแหน่ง : ภายนอกและภายในอาคาร

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารกรณีศึกษา (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

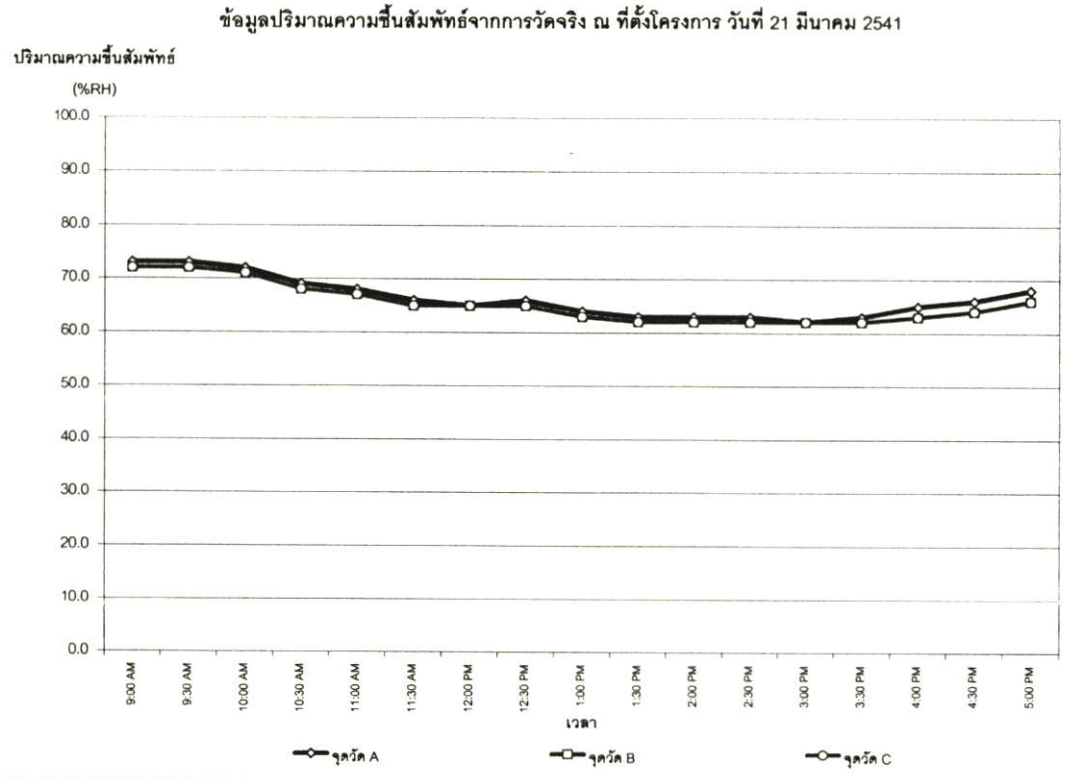
เวลา	21 มีนาคม				22 มิถุนายน				24 กันยายน				22 ธันวาคม			
	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย
09.00	73	72	72	72.3	74	73	73	73.3	79	80	80	79.6	75	74	74	74.6
09.30	73	72	72	72.3	77	76	76	76.3	72	73	73	72.6	74	74	74	74.0
10.00	72	71	71	71.3	71	69	69	69.6	73	72	72	72.3	72	70	70	70.6
10.30	69	68	68	68.3	68	68	68	68.0	70	68	68	68.6	69	69	69	69.0
11.00	68	67	67	67.3	59	59	59	59.0	65	65	65	65.0	65	65	65	65.0
11.30	66	65	65	65.3	60	59	59	59.3	66	67	67	66.6	62	60	60	60.6
12.00	65	65	65	65.0	56	54	54	54.6	67	66	66	66.3	58	56	56	56.6
12.30	66	65	65	65.3	55	53	53	53.6	68	68	68	68.0	57	55	55	55.6
13.00	64	63	63	63.3	51	50	50	50.3	74	73	73	73.3	53	52	52	52.3
13.30	63	62	62	62.3	51	50	50	50.3	71	72	72	71.6	53	52	52	52.3
14.00	63	62	62	62.3	52	51	51	51.3	73	74	74	73.6	55	53	53	53.6
14.30	63	62	62	62.3	51	50	50	50.3	74	75	75	74.6	53	53	53	53.0
15.00	62	62	62	62.0	53	50	50	51.0	73	72	72	72.3	53	50	50	51.0
15.30	63	62	62	62.3	53	52	52	52.3	72	71	71	71.3	53	52	52	52.3
16.00	65	63	63	63.6	51	50	50	50.3	72	71	71	71.3	54	53	53	53.3
16.30	66	64	64	64.6	52	51	51	51.3	74	73	73	73.3	57	55	55	55.6
17.00	68	66	66	66.6	52	51	51	51.3	74	73	73	73.3	57	55	55	55.6
เฉลี่ย	66.4	65.4	65.4	**65.7**	58.0	56.8	56.8	**57.2**	71.6	71.4	71.4	**71.4**	60.0	58.7	58.7	**59.1**

<u>หมายเหตุ</u> บริเวณที่ทำการวัด

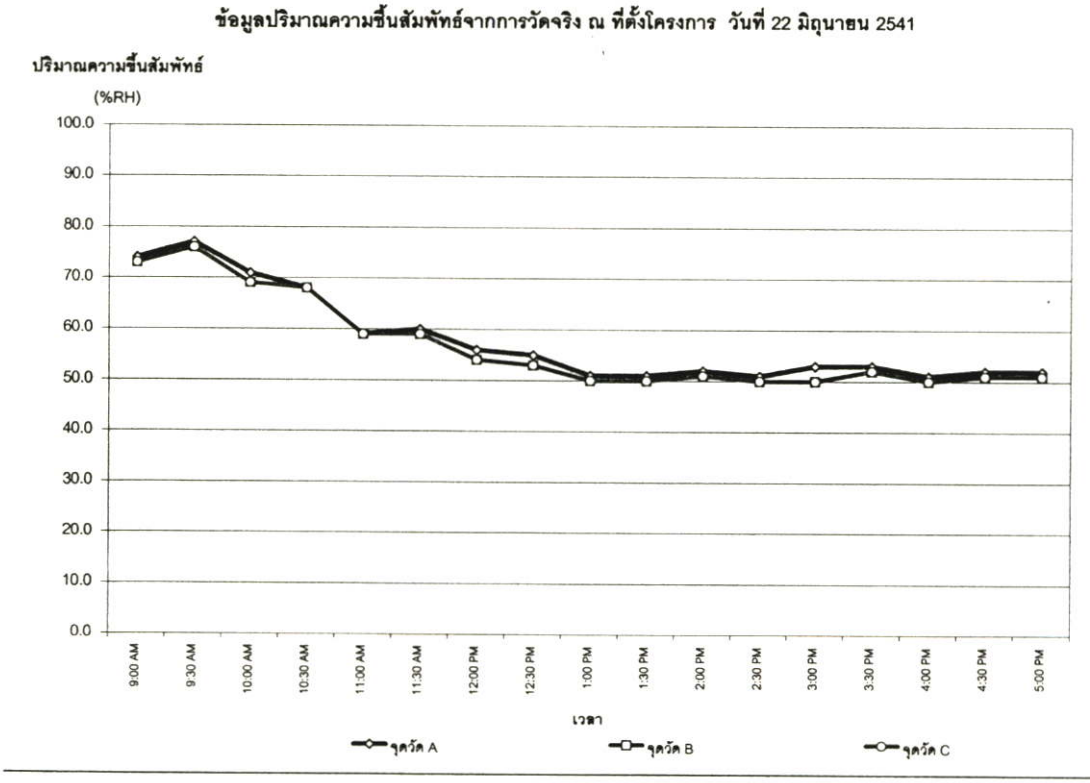
■ A = บริเวณพื้นที่โล่งในชั้นที่ 1

■ B = ภายในห้องพักตอนกลางในชั้นที่ 4

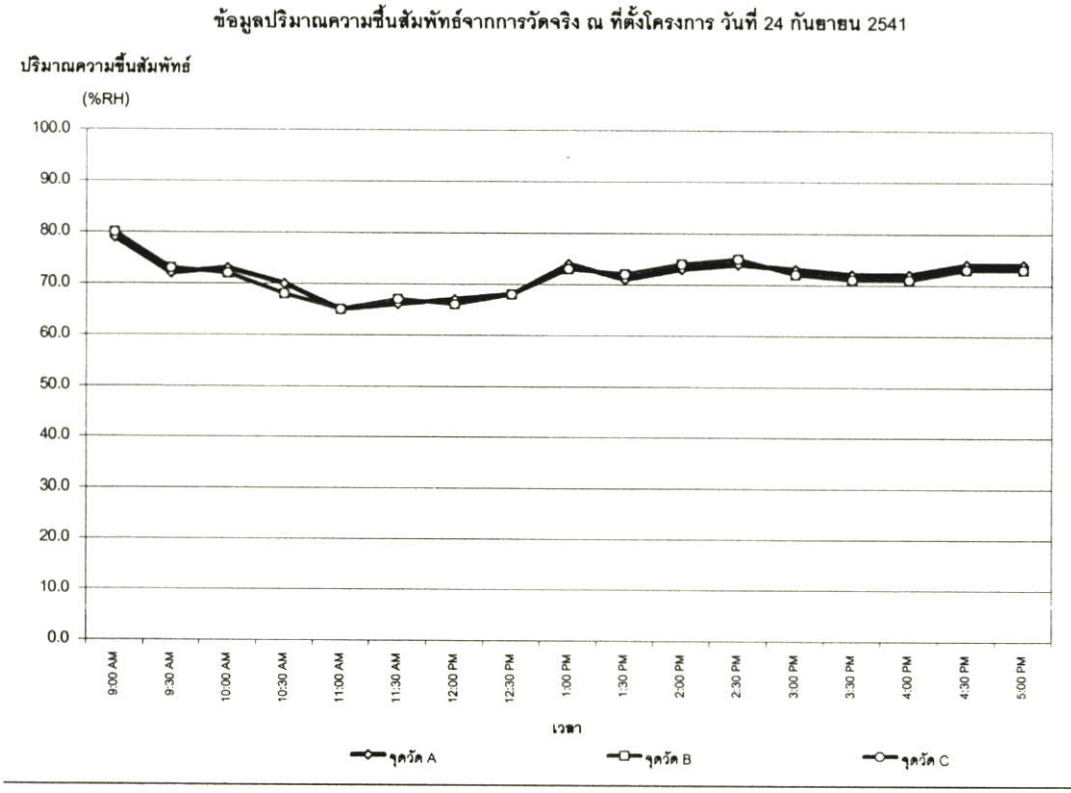
□ C = บริเวณทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4



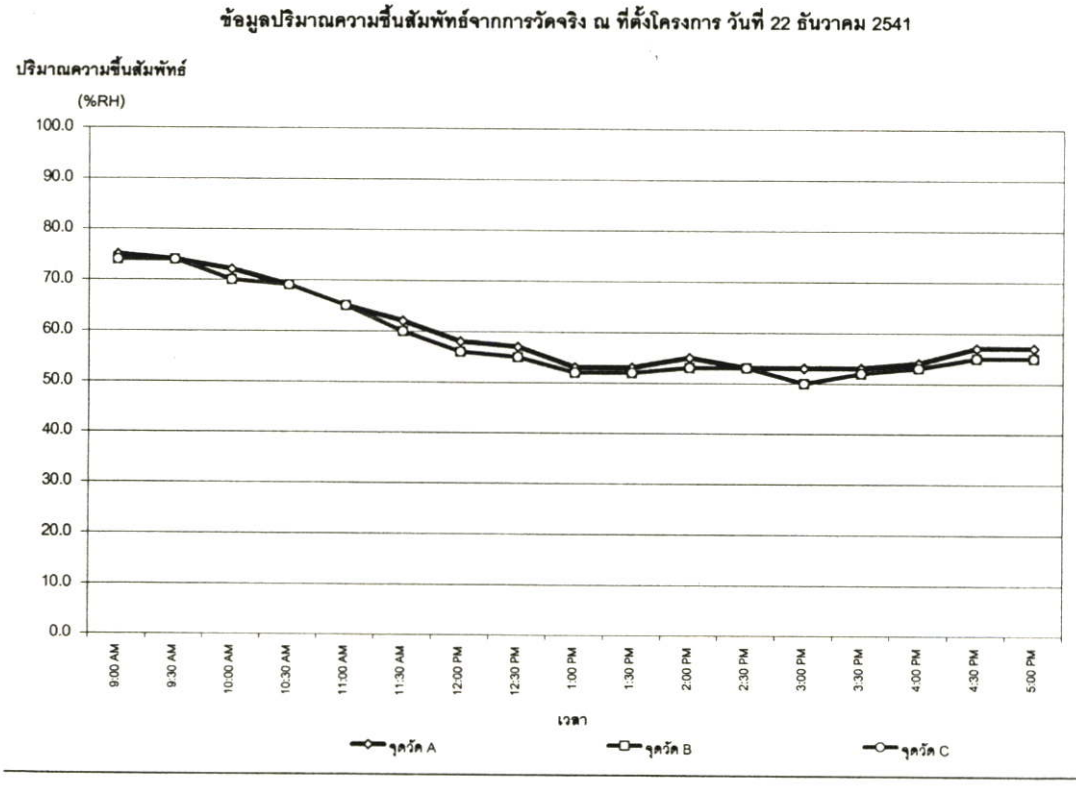
ภาพที่ 3.37 กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.38 กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.39 กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.40 กราฟแสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

3.7.4 ค่าความเร็วลม (Wind Velocity)

สถานที่ : อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

วัน : 21 มีนาคม, 22 มิถุนายน, 24 กันยายน และ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

เวลา : 09.00 - 17.00 น.

ตำแหน่ง : ภายนอกและภายในอาคาร

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลค่าความเร็วลมของอาคารกรณีศึกษา (หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที)

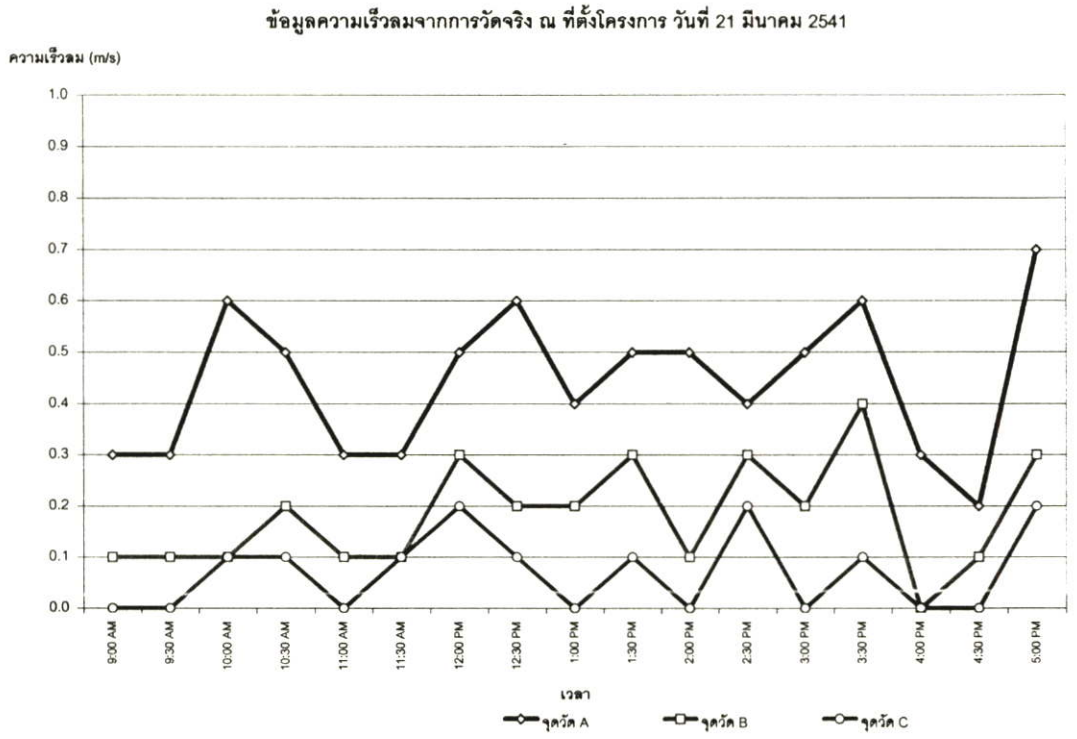
เวลา	21 มีนาคม				22 มิถุนายน				24 กันยายน				22 ธันวาคม			
	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย	A	B	C	เฉลี่ย
09.00	0.3	0.1	0.0	0.13	0.6	0.1	0.0	0.23	0.4	0.2	0.1	0.23	0.5	0.2	0.1	0.27
09.30	0.3	0.1	0.0	0.13	0.3	0.5	0.2	0.33	0.1	0.1	0.0	0.07	0.2	0.2	0.0	0.13
10.00	0.6	0.1	0.1	0.27	0.1	0.5	0.1	0.23	0.3	0.1	0.0	0.13	0.1	0.4	0.1	0.20
10.30	0.5	0.2	0.1	0.27	0.4	0.7	0.4	0.50	0.6	0.4	0.1	0.37	0.3	0.3	0.1	0.23
11.00	0.3	0.1	0.0	0.13	0.9	0.3	0.0	0.40	0.8	0.1	0.0	0.30	0.7	0.1	0.0	0.27
11.30	0.3	0.1	0.1	0.17	0.8	0.1	0.0	0.30	0.5	0.1	0.0	0.20	0.4	0.1	0.1	0.20
12.00	0.5	0.3	0.2	0.33	0.2	0.3	0.1	0.20	0.3	0.9	0.3	0.50	0.1	0.2	0.0	0.10
12.30	0.6	0.2	0.1	0.30	0.7	0.8	0.2	0.57	0.3	0.1	0.0	0.13	0.6	0.4	0.2	0.40
13.00	0.4	0.2	0.0	0.20	0.6	0.7	0.1	0.47	0.0	0.4	0.2	0.20	0.6	0.2	0.0	0.27
13.30	0.5	0.3	0.1	0.30	0.5	0.3	0.0	0.27	0.7	0.7	0.3	0.57	0.5	0.3	0.0	0.27
14.00	0.5	0.1	0.0	0.20	0.6	0.4	0.1	0.37	1.7	1.0	0.4	1.03	0.4	0.3	0.1	0.27
14.30	0.4	0.3	0.2	0.30	0.3	0.4	0.1	0.27	0.6	0.3	0.2	0.37	0.3	0.4	0.2	0.30
15.00	0.5	0.2	0.0	0.23	0.3	0.6	0.3	0.40	0.5	0.3	0.1	0.30	0.6	0.3	0.1	0.33
15.30	0.6	0.4	0.1	0.33	0.6	0.3	0.0	0.30	0.3	0.1	0.0	0.13	0.5	0.4	0.1	0.33
16.00	0.3	0.0	0.0	0.10	0.1	0.1	0.0	0.07	0.1	0.0	0.0	0.03	0.6	0.3	0.2	0.37
16.30	0.2	0.1	0.0	0.10	0.7	0.3	0.1	0.37	0.5	0.3	0.0	0.27	0.3	0.0	0.0	0.10
17.00	0.7	0.3	0.2	0.40	0.4	0.2	0.0	0.20	0.3	0.1	0.0	0.13	0.5	0.3	0.1	0.30
เฉลี่ย	0.44	0.18	0.07	**0.23**	0.48	0.39	0.10	**0.32**	0.47	0.31	0.10	**0.29**	0.42	0.26	0.08	**0.26**

หมายเหตุ บริเวณที่ทำการวัด

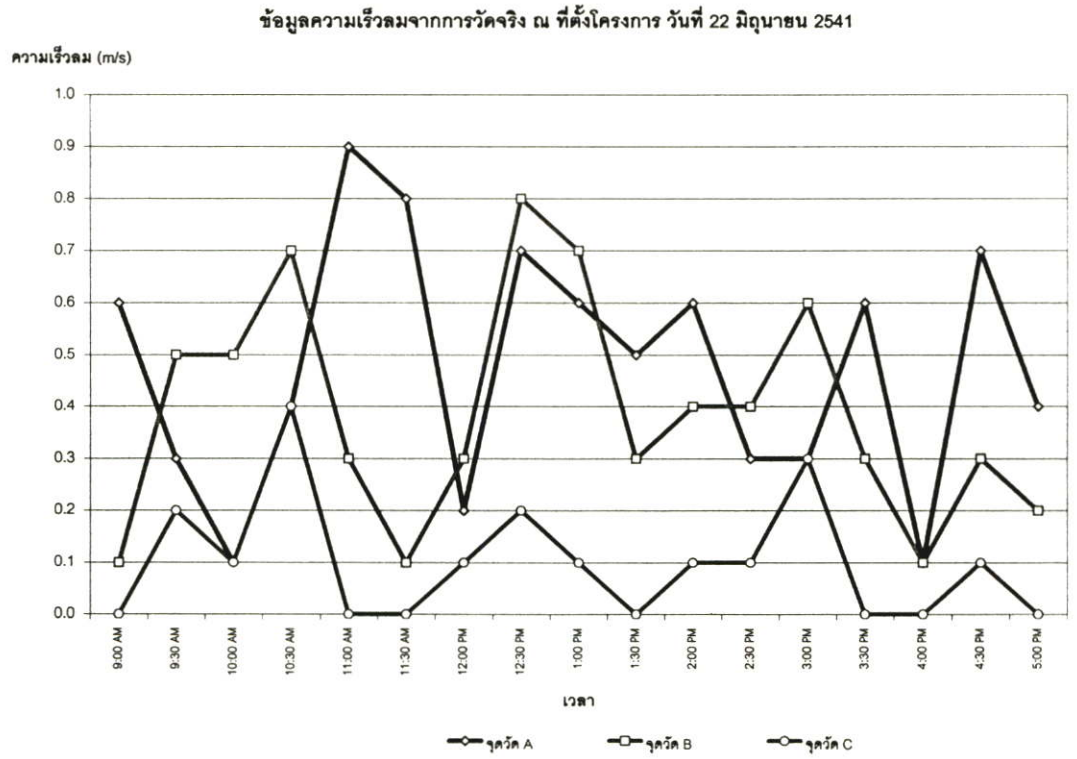
A = บริเวณพื้นที่โล่งในชั้นที่ 1

B = ภายในห้องพักตอนกลางในชั้นที่ 4

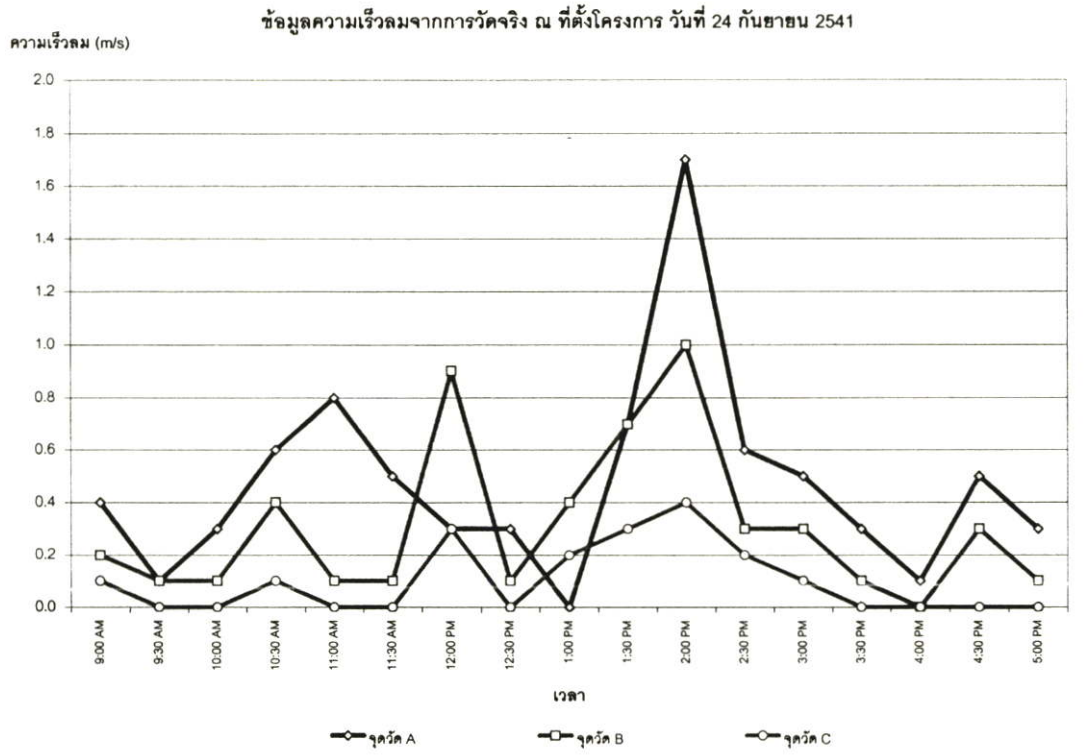
C = บริเวณทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4



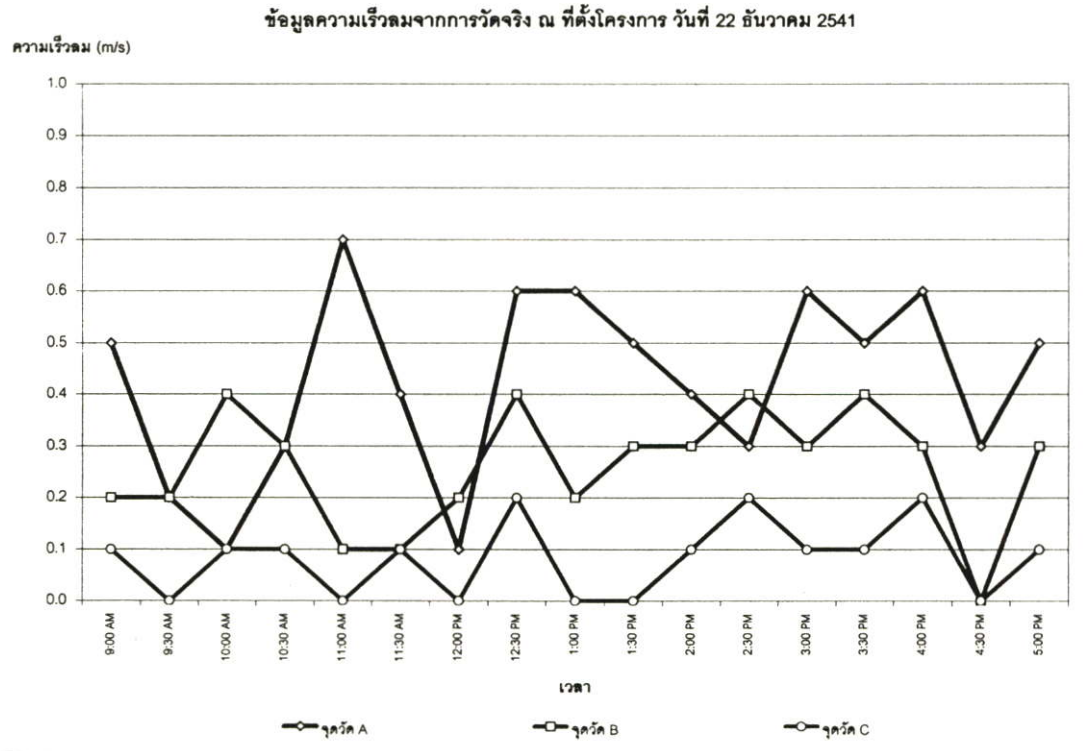
ภาพที่ 3.41 กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.42 กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.43 กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2541



ภาพที่ 3.44 กราฟแสดงข้อมูลความเร็วลม วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541

สรุปผลการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิอากาศของอาคารกรณีศึกษา

จากผลการทดสอบ จะเห็นว่า อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งที่กำหนดไว้จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งในตอนเช้า (เวลา 09.00 น.) อุณหภูมิจะมีค่าประมาณ 27.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนถึงเวลากลางวัน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 11.00 น. จนถึงเวลา 13.00 น. ซึ่งจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 30.0 - 31.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะค่อยๆลดต่ำลงมาอยู่ที่ประมาณ 28.0 - 29.0 องศาเซลเซียสในเวลาเย็น (เวลา 17.00 น.) และจะพบว่า ในช่วงเวลาตั้งแต่กลางวันถึงเย็น อุณหภูมิจะมีความเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าช่วงเวลาเช้าถึงกลางวัน 1.0 – 2.0 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า วันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดคือวันที่ 22 มิถุนายน ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.2 องศาเซลเซียส รองลงไปคือวันที่ 21 มีนาคม ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.9 องศาเซลเซียส ส่วนในวันที่ 24 กันยายนและ 22 ธันวาคม จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 28.6 และ 28.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนวันที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ วันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.30 น. โดยจะมีอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายในอาคารสูงถึง 32.0 องศาเซลเซียส และวันที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ วันที่ 22 ธันวาคม เวลา 09.00 น. โดยมีอุณหภูมิของอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารเท่ากับ 26.0 องศาเซลเซียส

สรุปผลการทดสอบการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

จากผลการทดสอบ จะเห็นได้ว่าความชื้นในช่วงเวลาเช้าจะค่อนข้างมาก อยู่ในช่วง 72.0 - 80.0 เปอร์เซ็นต์ และจะค่อยๆลดต่ำลงจนถึงเวลาที่ยงถึงบ่าย ในเวลา 12.00 น. - 14.00 น. ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 50.0 - 74.0 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นความชื้นก็จะกลับเพิ่มขึ้นอีกจนกระทั่งถึงเวลาเย็น (เวลา 17.00 น.) แต่ก็ยังมีค่าไม่สูงนักเมื่อเทียบกับความชื้นที่เกิดขึ้นในเวลาเช้า (09.00 น.) และพบว่า ส่วนใหญ่ตำแหน่งที่อยู่ภายในอาคารและมีผนังล้อมรอบ (ตำแหน่ง B และ C) คือภายในห้องพักและบริเวณทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4 ของอาคารกรณีศึกษา จะมีค่าความชื้นต่ำกว่าบริเวณพื้นที่โล่งใต้ถุนอาคาร (ชั้นที่ 1) อยู่ 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากบริเวณที่ตั้งอาคารโดยรอบนั้น มีคลองและพันธุ์ไม้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้บริเวณที่โล่งใต้ถุนอาคารมีความชื้นมากกว่าบริเวณอื่น

ส่วนวันที่มีความชื้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือวันที่ 24 กันยายน เพราะเป็นช่วงฤดูฝน ซึ่งมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 71.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวันที่มีความชื้นเฉลี่ยสูงเป็นอันดับสองคือ 65.7 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 21 มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน อากาศชื้นและร้อนอบอ้าว ทำให้มีไอน้ำในอากาศมาก ส่วนในวันที่ 22 ธันวาคม และ 22 มิถุนายน มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 59.1 และ 57.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวันที่มีความชื้นมากที่สุดคือ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 09.00 น. ของวันที่ 24 กันยายน และวันที่มีความชื้นน้อยที่สุดคือวันที่ 22 มิถุนายน เวลา 13.00 น. - 13.30 น. ซึ่งมีค่าความชื้นเท่ากับ 50.0 เปอร์เซ็นต์

<u>สรุปผลการทดสอบการวัดค่าความเร็วลม</u>

จากผลการทดสอบ จะเห็นได้ว่า บริเวณตำแหน่ง A ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่โล่งใต้ฉุนอาคาร จะมีการพัดผ่านของลมอยู่ตลอดเวลาและมีความเร็วลมมากที่สุดเมื่อเทียบกับจุดทดสอบที่ตำแหน่งอื่น เนื่องจากบริเวณนี้เป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีผนังกั้น จึงทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้อย่างสะดวก

ส่วนบริเวณตำแหน่ง B ซึ่งอยู่ภายในห้องพัก จะมีการพัดผ่านของลมรองลงมา ซึ่งสามารถดูได้จากความเร็วลมที่ปรากฏในตารางที่ 3.10 โดยความเร็วของลมจะลดลงจากบริเวณพื้นที่โล่ง เนื่องจากมีการปิดกั้นของผนังและมีการใช้มุ้งลวดในส่วนของช่องเปิด อีกทั้งบริเวณที่เป็นด้านลมออก (ใต้ลม) จากการสำรวจพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ได้ทำการปิดกั้นด้วยผ้าม่านและกระดาษเพื่อให้เกิดความเป็นส่วนตัวมากขึ้น เพราะบริเวณที่เป็นด้านลมออกนี้จะติดกับพื้นที่ทางเดินด้านหน้าของห้องพัก จึงเป็นสาเหตุให้ปริมาณลมที่พัดเข้ามาภายในห้องพักมีปริมาณลดน้อยลง

และในบริเวณ C คือบริเวณพื้นที่ทางเดินตอนกลางในชั้นที่ 4 พบว่า จะมีความเร็วลมน้อยที่สุด ในบางครั้งจะไม่มีการเคลื่อนที่ของลมเกิดขึ้นเลย ซึ่งวัดค่าความเร็วลมได้ 0.0 เมตรต่อวินาที สืบเนื่องมาจากการที่เหลือพื้นที่สำหรับช่องลมเข้าน้อย จึงทำให้ไม่มีกระแสลมเข้ามาช่วยในการระบายความร้อนภายในอาคารที่เพียงพอ ทำให้พื้นที่บริเวณนี้มีความร้อนอบอ้าวมากกว่าบริเวณอื่น

3.8 การทดสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร โดยการประเมินผลจากโปรมแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้ได้ใช้โปรแกรม OTTV 1.0a ของสถาบันวิจัยพลังงานในการคำนวณและประเมินผล โดยการป้อนข้อมูลวัสดุเปลือกอาคารและพื้นที่ของวัสดุเปลือกอาคารนั้นๆ ลงในโปรแกรม ซึ่งได้ผลดังนี้ [1]

ชื่อโครงการ	หอพักชายที่ 14 (อาคารเดิม)
ชื่อบริเวณ	อาคาร 5 ชั้น
ชนิดบริเวณ	อาคารพักอาศัย
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	0.00 ตารางเมตร
ความสูงของบริเวณ (FL. to FL.)	3.00 เมตร
ค่า OTTV ของอาคาร	**36.31 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**
ค่า RTTV ของอาคาร	**62.50 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**

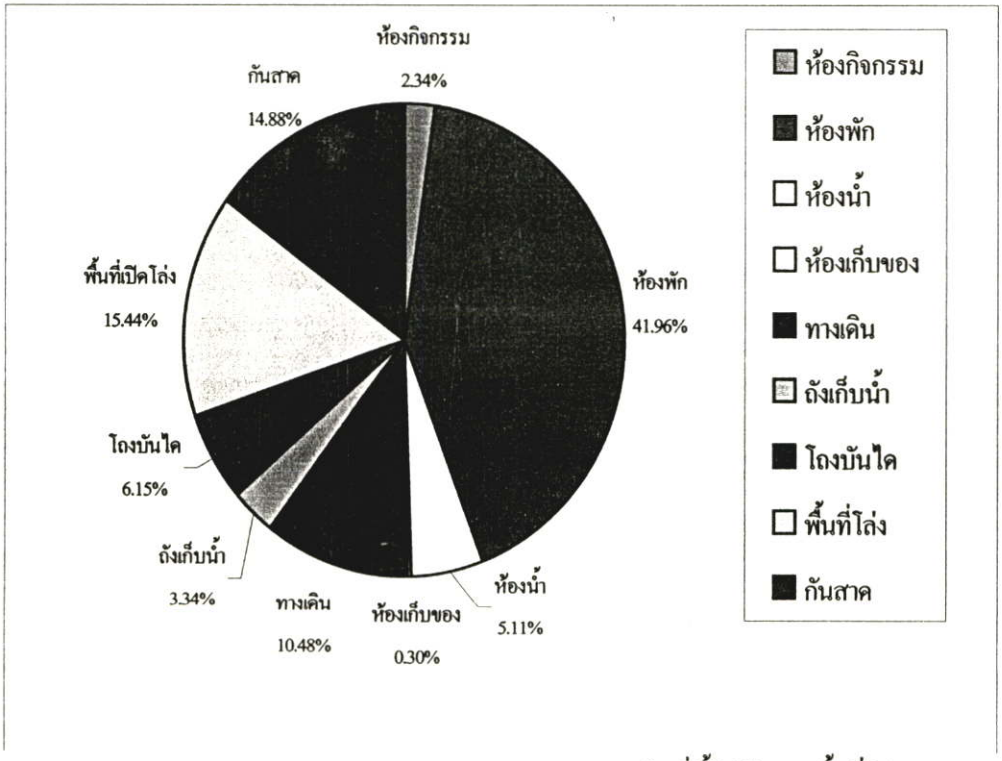
[1] ดูภาคผนวก ค.

3.9 สรุปผลการศึกษาอาคารกรณีศึกษา

อาคารหอพักชายที่ 14 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จัดเป็นอาคารขนาดใหญ่ สร้างขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2510 – 2515 เป็นอาคารพักอาศัยสำหรับนิสิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตได้มีโอกาสอยู่ร่วมกันกับเพื่อนนิสิต เป็นการอบรมให้มีน้ำใจรักหมู่คณะ รู้จักการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย และได้ฝึกหัดปฏิบัติงานตามความต้องการในหลักสูตรโดยสะดวก

ตัวอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ 780.00 ตารางเมตร มีพื้นที่ใช้สอย 4,787.50 ตารางเมตร โดยมีสัดส่วนขององค์ประกอบต่างๆดังนี้

- ห้องกิจกรรม คิดเป็นสัดส่วน 2.34 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- ห้องพักนักศึกษา (รวมระเบียง) คิดเป็นสัดส่วน 41.96 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- ห้องน้ำ คิดเป็นสัดส่วน 5.11 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- ห้องเก็บของ คิดเป็นสัดส่วน 0.30 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- พื้นที่ทางเดิน คิดเป็นสัดส่วน 10.48 %ของพื้นที่ทั้งหมด
- พื้นที่สำหรับถังเก็บน้ำ คิดเป็นสัดส่วน 3.34 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- โถงบันได คิดเป็นสัดส่วน 6.15 % ของพื้นที่ทั้งหมด
- พื้นที่เปิดโล่ง คิดเป็นสัดส่วน 15.44 %ของพื้นที่ทั้งหมด
- กันสาด คิดเป็นสัดส่วน 14.88 %ของพื้นที่ทั้งหมด



หมายเหตุ ในที่นี้ไม่นับรวมพื้นที่โล่งภายนอกอาคาร

ภาพที่ 3.45 แสดงสัดส่วนขององค์ประกอบต่างๆภายในอาคาร

เนื่องจากมหาวิทยาลัยอยู่ใกล้สนามบินดอนเมือง กรุงเทพฯ ทำให้อาคารที่สร้างขึ้นภายในมหาวิทยาลัยจะมีความสูงได้ไม่เกิน 60.00 เมตร ตามกฎการบินพาณิชย์และและตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง กำหนดเขตใกล้เคียงบริเวณสนามบินดอนเมือง เป็นเขตปลอดภัยในการเดินอากาศ และต้องมีระยะร่นของตัวอาคารจากกึ่งกลางถนน 10.0 เมตร ตามผังแม่บทของมหาวิทยาลัย นอกจากนี้รูปแบบและสีของอาคารจะต้องคำนึงถึงผังแม่บทของทางมหาวิทยาลัยด้วย

ทางด้านงบประมาณ จะได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณพัฒนาการศึกษาของรัฐบาลโดยผ่านทางทบวงมหาวิทยาลัยที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สังกัดอยู่

ในการศึกษาวัสดุประกอบอาคาร หากแบ่งตามประเภทการใช้งานอันได้แก่ พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน พบว่าชนิดของวัสดุที่เลือกใช้ในอาคารกรณีศึกษาจะมีดังนี้ คือ พื้นจะเป็นคอนกรีตเปลือยและคอนกรีตปูกระเบื้องยาง ผนังจะเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีพลาสติก ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุกระเบื้องเซรามิค และผนังก่ออิฐฉาบปูนทำผิวด้วยกรวดล้าง ผนังภายในจะเป็นผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ ส่วนวัสดุฝ้าเพดานจะเป็นคอนกรีตและฝ้ายิปซั่มบอร์ด

ส่วนวัสดุประกอบอาคารประเภทช่องเปิด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประตูและหน้าต่าง โดยมีลักษณะต่างๆกัน (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.6.2)

สำหรับเปลือกอาคารนั้น จะมีอัตราส่วนของผนังโปร่งแสง (หน้าต่างและช่องแสง) ต่อพื้นที่ผนังทึบ เท่ากับ 1 : 1.7 ซึ่งคิดเป็น 36.5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เปลือกอาคารส่วนที่เป็นผนังทั้งหมด นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของวัสดุเปลือกอาคารได้เป็น 4 ส่วน ตามลักษณะการใช้สอย คือ ผนังทึบ ช่องเปิด หลังคา และอุปกรณ์บังแดด (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.6)

และเพื่อให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้องตามแนวทาง ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอาคารกรณีศึกษาทั้งภายนอกและภายในอาคาร ในวันที่ 21 มีนาคม , 22 มิถุนายน , 24 กันยายน และ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2541 ตั้งแต่เวลา 09.00 – 17.00 น. โดยใช้เครื่องมือในการวัด 2 ตัว คือ เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องมือวัดความเร็วลม จากการเก็บข้อมูล พบว่า อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งที่กำหนดไว้จะมีค่าใกล้เคียงกันในทุกช่วงเวลา โดยจะอยู่ในช่วง 26.0 – 32.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงที่สุดในแต่ละวันจะอยู่ในช่วง 11.00 – 13.00 น. และจะค่อยๆลดลงในเวลาเย็น ทั้งนี้จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดในวันที่ 22 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันที่โลกเบนแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด และจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุดในวันที่ 22 ธันวาคม โดยเป็นวันที่โลกเบนแกนขั้วโลกใต้เข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด

ทางด้านการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ พบว่ามีลักษณะแปรผกผันกับอุณหภูมิของอากาศ กล่าวคือ จะมีความชื้นสูงในช่วงเช้าและเย็น ส่วนช่วงกลางวันเวลา 12.00 – 14.00 น. จะเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดในแต่ละวัน ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ทั้งหมดจะอยู่ในช่วง 50.0 – 74.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงที่สุดคือวันที่ 24 กันยายน (71.4%) ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำที่สุด คือ วันที่ 22 มิถุนายน (57.2%)

สุดท้ายในการวัดค่าความเร็วลมพบว่าปริมาณความเร็วลมที่เกิดขึ้นจะไม่สม่ำเสมอ แต่จะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเร็วลมมากที่สุดคือบริเวณใต้ถุนอาคารที่เปิดโล่ง รองมาได้แก่บริเวณภายในห้องพักและบริเวณทางเดินด้านหน้าห้องพัก ตามลำดับ

จากการศึกษาวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาดังกล่าว จะเห็นได้ว่ายังมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงถึงแม้ว่าตัวอาคารจะตั้งอยู่ในทิศทางที่รับลม (วางอาคารให้ด้านยาวอยู่ทางทิศเหนือ – ใต้) แล้วก็ตาม เนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารซึ่งก็คือ นักศึกษาที่เข้าพักอยู่ภายในหอพักได้ทำการปิดกั้นช่องเปิด (หน้าต่างและช่องระบายอากาศ) ทางด้านที่เชื่อมต่อกับทางเดินด้านหน้าห้องพัก มีทั้งปิดกั้นด้วยผ้าม่าน มู่ลี่ กระดาษ กระป๋อง และขวดน้ำ เพื่อให้เกิดความเป็นส่วนตัวและความสวยงามตามความพึงพอใจของแต่ละคน ทำให้ลมพัดผ่านไม่สะดวก ปริมาณลมที่พัดเข้ามาในห้องพักก็มีปริมาณน้อยลงมาก และด้วยเหตุที่ทางลมออกมีน้อยหรือแทบจะไม่มีเลยนี้ จึงทำให้ไม่มีกระแสลมเข้ามาช่วยในการระบายความร้อนภายในอาคารที่เพียงพอ

3.10 การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

แนวทางที่จะนำเสนอในการแก้ปัญหานี้ จะเน้นการออกแบบเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารทางด้านเปลือกอาคาร โดยมุ่งแก้ปัญหาในความไม่สบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้ใช้อาคารเป็นสำคัญ

3.10.1 เสนอรูปแบบอาคารและโครงร่างภายนอกอาคารที่เหมาะสม

3.10.2 เสนอวัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น

3.10.3 เสนอขนาด ตำแหน่ง และวัสดุของช่องเปิด ที่เอื้อให้เกิดความสบายทางด้านอุณหภูมิ

3.10.4 เสนอรูปแบบและลักษณะของอุปกรณ์บังแดดที่สามารถป้องกันแดดและฝนได้ดี

บทที่ 4
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสบายทางด้านอุณหภูมิ

การลดค่าความร้อนเข้าสู่อาคารเพื่อให้ผู้ใช้อาคารมีความเป็นอยู่ที่ใกล้สภาวะสบายมากที่สุด นั้นจุดสำคัญคือการป้องกันความร้อนที่มากับแสงแดดโดยตรงและให้ความร้อนที่เกิดขึ้นเข้าสู่ตัวอาคารน้อยที่สุด ซึ่งการลดค่าความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารนั้นจะมีผลสมบูรณ์มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการออกแบบที่สอดคล้องกันระหว่างสภาพแวดล้อมและตัวอาคาร โดยการนำข้อดีของสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคารมาใช้ให้เหมาะสมกับการออกแบบอาคาร ดังนั้นเราอาจจะกำหนดหลักเกณฑ์ เพื่อพิจารณาในการออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ดังนี้

4.1 พลังงานความร้อน

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ทำงานได้โดยทำให้อะตอมและโมเลกุลของสารเกิดการสั่นหรือการเคลื่อนที่ และสามารถทำให้กายสัมผัสของคนเราเกิดความรู้สึกร้อนหรือเย็นได้ ความร้อนอาจเปลี่ยนแปลงมาจากพลังงานอื่นและสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปอื่นๆได้ด้วย แหล่งกำเนิดความร้อนดังกล่าวได้แก่ ดวงอาทิตย์ ความร้อนภายในโลก การเผาไหม้ ความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งผลของความร้อนนั้นจะทำให้วัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะ ทำให้วัตถุขยายตัว ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ดังกล่าว สามารถถ่ายโอนจากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงไปยังตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

4.1.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Heat Transfer by Conduction)

พลังงานความร้อนสามารถถ่ายโอนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งอย่างต่อเนื่องกันโดยที่โมเลกุลไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย เราเรียกการถ่ายเทพลังงานโดยวิธีนี้ว่า *"การนำความร้อน"* วัตถุที่ยอมให้ความร้อนผ่านได้มาก เรียกว่า *"ตัวนำความร้อน"* ส่วนวัตถุที่ยอมให้ความร้อนผ่านได้น้อย เรียกว่า *"ฉนวนความร้อน (Insulation)"*

4.1.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Heat Transfer by Convection)

คือการถ่ายเทความร้อนในแนวดิ่ง โดยเมื่ออากาศได้รับความร้อนจากพื้นดิน อากาศจะลอยตัวสูงขึ้นและอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะเข้ามาแทนที่ เช่นเดียวกับน้ำ อนุภาคของน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเคลื่อนที่ไปยังน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและจะพาความร้อนติดไปด้วย เราเรียกวิธีนี้ว่า *"การพาความร้อน"* วิธีนี้สารที่เป็นตัวพาจะเคลื่อนที่ไปด้วย ดังนั้นสารที่พาความร้อนได้ดี อนุภาคของสารจะต้องเคลื่อนที่ได้ง่าย ส่วนใหญ่เป็นของไหล เช่น อากาศ น้ำ น้ำมัน ก๊าซ เป็นต้น

4.1.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation)

ความร้อนสามารถถ่ายโอนมายังโลกได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน ซึ่งเรียกว่า *"การแผ่รังสี"* การแผ่ความร้อนนี้ส่งออกมาในรูปคลื่นความร้อนที่เดินทางด้วยความเร็วเท่ากับแสง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ คลื่นช่วงสั้นและคลื่นช่วงยาว

4.1.3.1 คลื่นช่วงสั้น (Short Wave) คือ รังสีความร้อน (Heat Radiation) เป็นคลื่นรังสีที่ไม่ให้แสงสว่างและไม่ทำให้อากาศรอบๆตัวเราร้อน แต่ทำให้วัตถุที่คลื่นรังสีนี้กระทบร้อนขึ้น

4.1.3.2 คลื่นช่วงยาว (Long Wave) คือ แสงจากดวงอาทิตย์ที่ให้แสงสว่างที่ทำให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆได้ เมื่อส่องผ่านบรรยากาศจะทำให้อากาศรอบๆตัวเราร้อนขึ้น

4.2 รูปทรงและเส้นรอบรูปของกรอบอาคาร (Shape & Building Envelope)

รูปทรงของอาคารนั้นมีอยู่มากมายหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการเลือกรูปทรงของอาคารควรคำนึงถึงประเภทของอาคาร ลักษณะการใช้งาน สภาพแวดล้อมของที่ตั้ง และวัสดุที่ใช้มาประกอบกัน โดยทั่วไปรูปทรงที่มีพื้นผิวที่โดนแดดน้อยกว่า จะได้รับความร้อนจากภายนอกถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้น้อยกว่า จึงมีผลให้อุณหภูมิภายในอาคารเพิ่มขึ้นน้อยกว่าด้วย ดังนั้นรูปทรงที่มีพื้นผิวรับแดดที่น้อยที่สุดจึงดีที่สุดในการที่ความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทเข้ามาในอาคาร ซึ่งหมายถึงการมีรูปทรงและเส้นรอบรูปของกรอบอาคารที่น้อยในพื้นที่ใช้สอยเท่าๆกัน

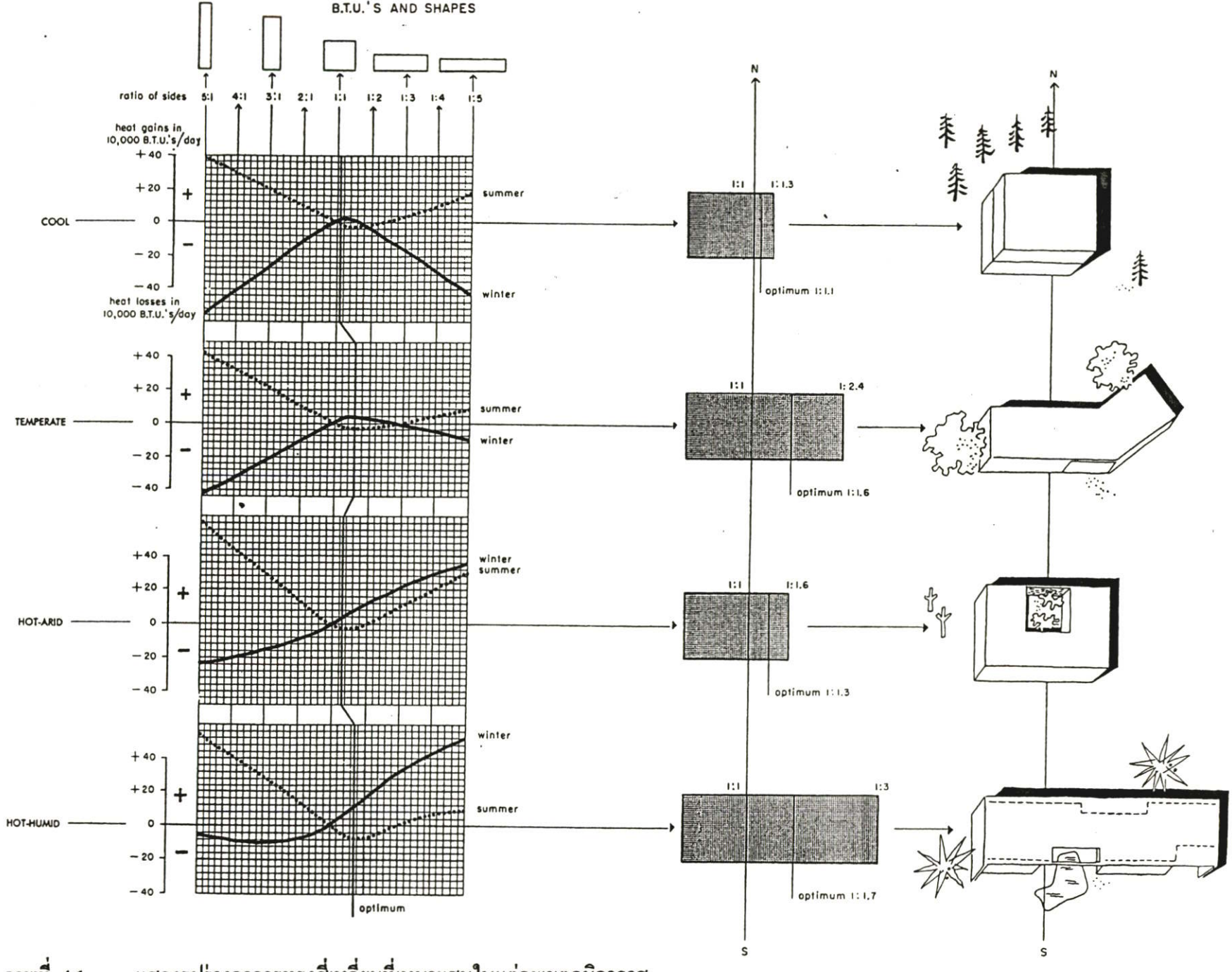
จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะรูปทรงของกรอบอาคารที่พอจะเป็นไปได้ในรูปแบบต่างๆ พบว่า อาคารรูปทรงกระบอกและสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีพื้นที่ของกรอบอาคารน้อยกว่าอาคารรูปทรงอื่นที่มีปริมาตรเท่ากัน หรือกล่าวคือจะสามารถล้อมพื้นที่ภายในได้มากกว่ารูปทรงอื่นๆ[1] ถัดมาเป็นรูปทรงกรวยและพีรามิด ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีพื้นที่ของกรอบอาคารมากที่สุด

แต่จากผลการทดสอบหารูปร่างของอาคารที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมที่เหมาะสมในแต่ละเขตภูมิ-อากาศที่สามารถสร้างความสมดุลในช่วงเวลาทั้งปีในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน 4 ประเภท พบว่ารูปร่างอาคารที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นจะมีลักษณะเป็นอาคารที่มีช่องเปิดด้านเดียว (Unilateral) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่หันส่วนแคบไปในแกนทิศตะวันตกและตะวันออก และควรให้ด้านช่องเปิดเอียงทำมุมจากทิศใต้ไปทางตะวันออก 5° จนถึง 15° และถ้าเป็นอาคารแบบมีช่องเปิดสองข้าง (Bilateral) ในสภาพภูมิอากาศแบบเดียวกัน ควรวางหันด้านผนังตันเฉียงทำมุม 15° กับทิศตะวันตกเบนไปทางทิศใต้ จนถึง 5° กับทิศตะวันตกเบนไปทางทิศเหนือ นอกจากนี้ในการทดลองได้กล่าวถึงสัดส่วนของอาคารที่เหมาะสมอีกด้วย โดยมีอัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเป็น 1 ต่อ 3[2]

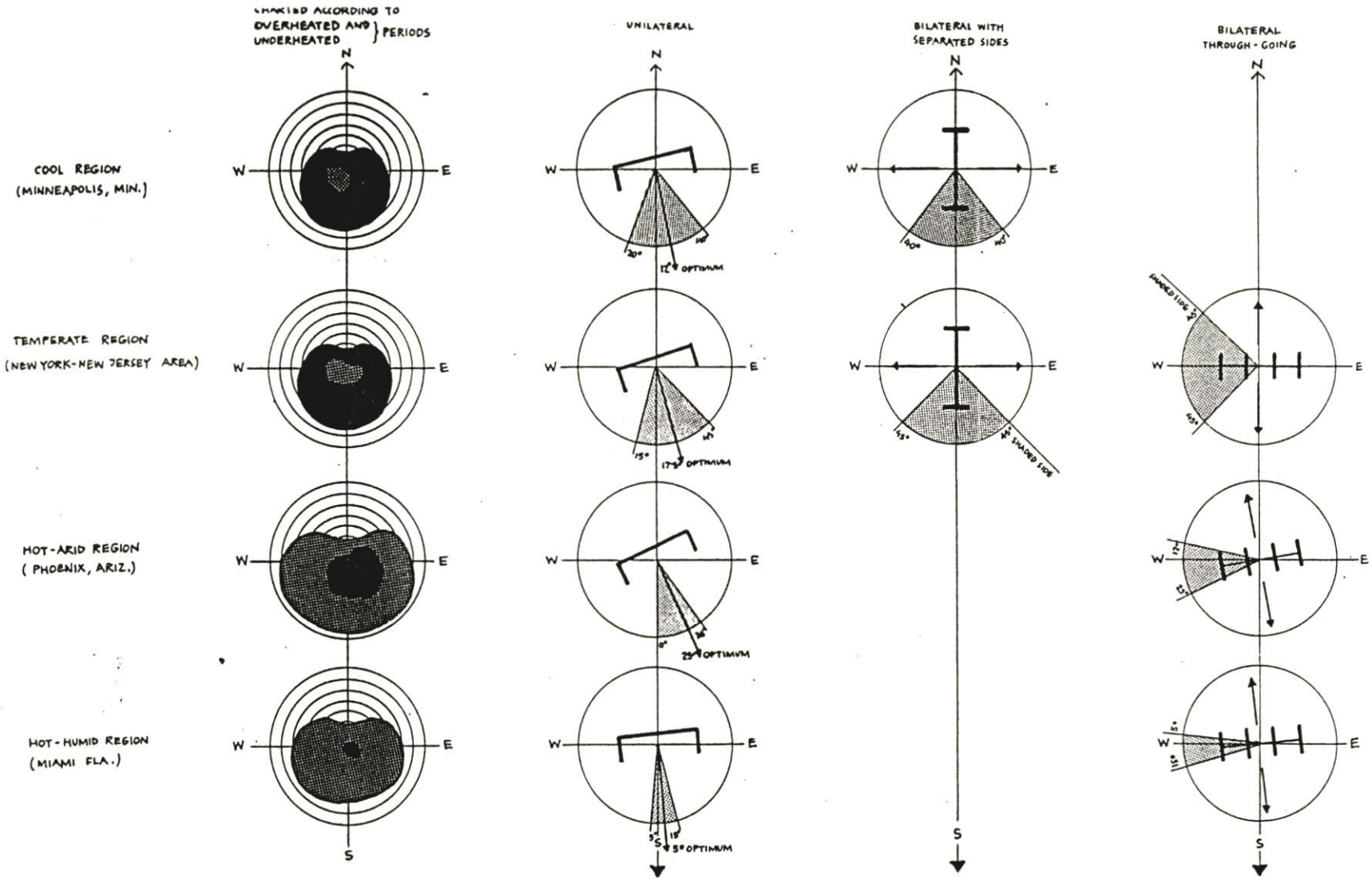
---

[1] ครึง ใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มปส. 2521. หน้า 27.

[2] Victor Olgyay. **Design with Climate : Bioclimatic Approach to Architecture Regionalism.** New Jersey : Princeton University Press. 1992. p.89.



ภาพที่ 4.1 แสดงรูปร่างอาคารทรงสี่เหลี่ยมที่เหมาะสมในแต่ละเขตภูมิอากาศ



ภาพที่ 4.2 แสดงทิศทางการเปิดช่องเปิดที่เหมาะสมสำหรับอาคารทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแต่ละเขตภูมิอากาศ

เนื่องจากมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องดังที่กล่าวมาข้างต้น อีกทั้งโครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นประโยชน์จากการระบายอากาศตามธรรมชาติเพื่อช่วยให้เกิดความสบายทางด้านอุณหภูมิแก่ผู้อยู่อาศัย จึงมีผลให้อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนของความกว้างและความยาวที่เหมาะสมจะสามารถช่วยในการลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารได้มากกว่ารูปทรงอื่น[1] ทั้งนี้ในการจัดวางทิศทางของอาคารควรหันส่วนแคบไปทางทิศที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงเพื่อช่วยลดความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ที่ส่องตรง

4.3 การวางตำแหน่งทิศทางของอาคาร (Building Orientation)

การวางตำแหน่งทิศทางของอาคารให้ถูกต้องตามสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการออกแบบอาคาร ซึ่งมีส่วนช่วยลดความร้อนจากภายนอกที่จะเข้าสู่อาคารได้ ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบ เพื่อให้สามารถลดความร้อนลงได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม การที่จะศึกษาให้เข้าใจในเรื่องการออกแบบอาคารเพื่อหาวิธีป้องกันแสงแดดเราจะต้องทราบมุมและทิศทางของแสงแดดที่ส่องมายังอาคารให้ถูกต้อง เป็นที่ทราบกันดีว่าโลกหมุนรอบตัวเอง 360 องศา ใช้เวลา 23 ชั่วโมง 56 นาที 4.09 วินาที โดยแนวแกนของโลกเอียง 23.5 องศา กับแนวดิ่ง และโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี ความสัมพันธ์นี้ก่อให้เกิดปรากฏการณ์สำคัญหลายประการ แต่สิ่งที่มีความสำคัญกับมนุษย์มากที่สุด คือ ความสัมพันธ์ระหว่างโลกและแสงอาทิตย์ อันได้แก่ มุมที่แสงอาทิตย์ตกมายังพื้นโลกที่ละติจูดต่างๆ และเวลาที่ต่างกันในช่วงปี ความยาวของกลางวันและกลางคืน การเกิดฤดูกาล ความแตกต่างของอุณหภูมิ รวมถึงการเกิดภูมิอากาศที่ต่างกัน แต่ปัจจัยที่มีผลกับการวางตำแหน่งทิศทางของอาคารเพื่อช่วยในการช่วยลดความร้อน มีด้วยกัน 2 ประการ คือ

4.3.1 การโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า (Part of Sun in Sky)

ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าทางทิศตะวันออก แล้วค่อยๆทำมุมสูงขึ้นจนระดับดวงอาทิตย์ขึ้นสูงสุดในตอนเที่ยงวัน หลังจากนั้นมุมจะค่อยๆลดต่ำลงและตกในทิศตะวันตก โดยทางโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจะก่อให้เกิดมุมต่างกันระหว่างดวงอาทิตย์กับตำแหน่งผิวโลกในละติจูดต่างๆ

ดังนั้นการวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารที่เหมาะสมกับทางโคจรของดวงอาทิตย์จะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากแสงแดดที่มีความเข้มของรังสีความร้อนสูงได้

<u>หลักการวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารโดยคำนึงถึงการโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า</u>

(1) วางอาคารให้ส่วนด้านแคบอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อรับแสงแดดน้อยสุด

(2) วางตำแหน่งและทิศทางของอาคาร ให้ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติที่เป็นแสงกระจาย โดยเฉพาะแสงที่อยู่ทางทิศเหนือ เนื่องจากมีความจ้าน้อยกว่าทางทิศอื่นๆ

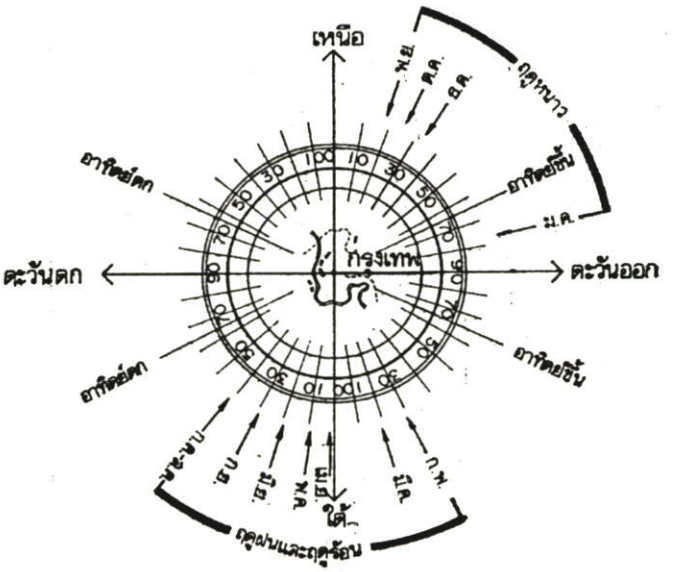
(3) ออกแบบรูปทรงของอาคารให้สามารถบังเงาจากแสงแดดซึ่งกันและกัน

---

[1] ครึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มปส. 2539. หน้า 35.

4.3.2 ลมประจำถิ่น

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนจนถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ตลอดช่วงนี้จะมีอากาศเย็นและแห้ง โดยอากาศเย็นจากประเทศจีนซึ่งพัดผ่านมาจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และอากาศจะเย็นมากในระหว่างเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ทำให้ในเขตกรุงเทพมหานครอากาศค่อนข้างเย็นสบาย และเมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมจากทางใต้ของประเทศจีนจะเริ่มพัดเข้าสู่ประเทศไทยในทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ สืบเนื่องด้วยระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนเข้ามาอยู่ในละติจูดของประเทศไทย ซึ่งเป็นช่วงระยะที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวมาก มีผลให้อากาศร้อนและแห้งแล้งทั่วประเทศ ซึ่งจะเริ่มมีผลตั้งแต่ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเกิดขึ้นในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามา ทำให้มีฝนตกทั่วไป ทิศทางของกระแสลมที่พัดในแต่ละเดือนจะมีการหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป



ภาพที่ 4.3 แสดงทิศทางลมในเขตกรุงเทพมหานคร

(ที่มา : ศ. อัน นิมมานเหมินท์, Thai Architecture Past, Present and Future, อาษา 2508)

<u>หลักการวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารโดยคำนึงถึงลมประจำถิ่น</u>

(1) วางอาคารให้ด้านกว้างของอาคารขวางตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เพื่อรับลมได้เต็มที่

(2) วางตำแหน่งของอาคารให้มีระยะห่างพอที่อาคารที่อยู่ด้านหลังได้รับลม อย่างน้อย 2 เท่า ของความสูงของอาคารที่อยู่ด้านหน้า

(3) ออกแบบรูปทรงของอาคารให้รับลมได้มากขึ้น และใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมช่วยสร้างความเย็นให้กับตัวอาคาร

4.4 แนวทางการออกแบบเปลือกอาคารเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

ส่วนเปลือกอาคารเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างภายในอาคารและสภาพแวดล้อมภายนอก เป็นส่วนที่แสดงถึงเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมของอาคารแต่ละอาคารที่มองเห็นได้ชัดเจนกว่าส่วนอื่นๆ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ห่อหุ้มพื้นที่ภายในอาคารให้สามารถดำเนินกิจการต่างๆได้โดยไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก ดังนั้นส่วนเปลือกอาคารจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาคารที่มีผลต่อสภาวะความสบายภายในอาคารเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาพบว่า วัสดุเปลือกอาคารที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันจะมีคุณสมบัติที่ยอมให้พลังงานความร้อนผ่านเข้าไปในอาคารในระดับที่ต่างกัน[1] ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางของอาคาร คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุ สีและลักษณะของผิววัสดุ รวมถึงมวลของโครงสร้างอาคาร ทำให้ในการลดปริมาณความร้อนเท่าที่เทคโนโลยีในปัจจุบันจะเอื้ออำนวย จึงเป็นเพียงการควบคุมความร้อนให้เข้ามาในอาคารน้อยที่สุดเป็นหลัก ดังนั้นคุณสมบัติของวัสดุจึงเป็นจุดสำคัญในการเลือกใช้ในการออกแบบ ซึ่งเราสามารถแบ่งส่วนเปลือกอาคารออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ผนังทึบ ช่องเปิด และหลังคา

4.4.1 ผนังทึบ

ผนังทึบเป็นผนังที่ป้องกันความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่อาคารได้โดยตรง แต่ไม่สามารถป้องกันความร้อนได้ทั้งหมด ยังมีความร้อนบางส่วนที่ผ่านผนังทึบเข้าสู่ภายในอาคารด้วยการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ทั้งนี้ค่าพลังงานความร้อนดังกล่าวจะแปรผันกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง สี และความหนาแน่นของมวลผนัง ดังนั้นการลดความร้อนที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องเลือกผนังที่มีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดี กล่าวคือ มีค่าการต้านทานความร้อนสูง ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนต่ำ ค่าความจุความร้อนต่ำ และมีคุณสมบัติในการหน่วงความร้อนที่ยาวนาน ก็จะสามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี ทั้งนี้สำหรับอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศและมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมโดยรอบสามารถใช้วัสดุผนังที่มีมวลสารมากได้[2]

อย่างไรก็ตาม ไม่มีวัสดุชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติครบถ้วนเหมาะแก่การใช้เป็นผนังเปลือกอาคาร ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุผนังคงเป็นไปในลักษณะผสมผสานมากกว่าการใช้วัสดุชนิดใดชนิดหนึ่งนอกจากนี้จะพบว่าแผ่นคอนกรีตก็มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำเช่นกัน แต่มีค่าความจุความร้อนสูง ดังนั้นในการกำหนดคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุเพื่อเป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้ สามารถกล่าวได้ว่าวัสดุนั้นจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมต่ำ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพของวัสดุนั้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

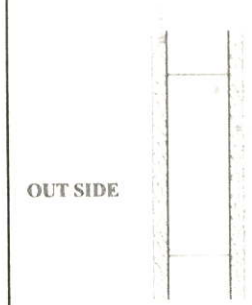
---

[1] พงษ์พัฒน์ มั่งคั่ง. วิธีการปรับปรุงอาคารเดิมให้มีผลในการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : มปส. มปป. หน้า 18.

[2] สุนทร บุญญาธิการ. โครงการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มปส. หน้า 6.

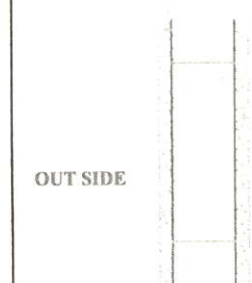
ในที่นี้ได้นำเอาตัวอย่างรูปแบบผนังทึบที่ต่างกัน 5 แบบ มาคำนวณเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อน คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ดังนี้

ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน หนา 0.10 เมตร



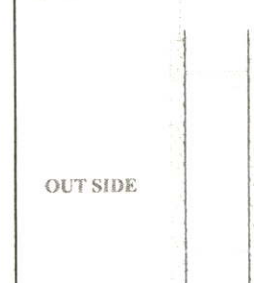
	รายการวัสดุโครงสร้าง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_o	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_2	อิฐก่อ หนา 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.280
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		3.571 $W/m^2.K$	

ผนังคอนกรีตบล็อก ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน หนา 0.10 เมตร



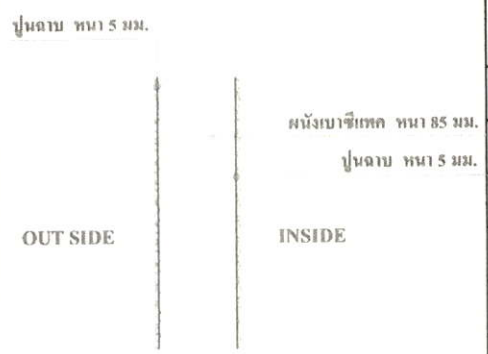
	รายการวัสดุโครงสร้าง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_o	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตบล็อก หนา 70 มม.	0.346	0.202
R_3	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.422
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		2.370 $W/m^2.K$	

ผนังอิฐโฟมคอนกรีต ฉาบปูนเรียบทั้ง 2 ด้าน หนา 0.10 เมตร



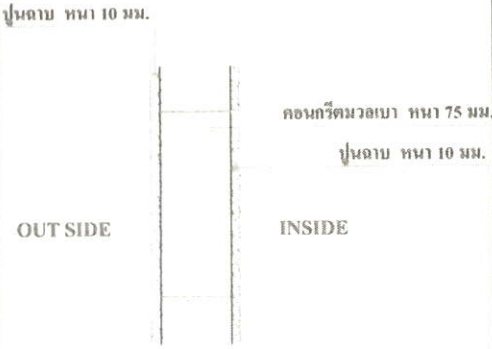
	รายการวัสดุโครงสร้าง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_o	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_2	อิฐโฟมคอนกรีต หนา 70 มม.	0.220	0.318
R_3	ปูนฉาบ หนา 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.538
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		1.859 $W/m^2.K$	

ผนังเบาซีแพค (C-PAC) หนา 0.095 เมตร



	รายการวัสดุโครงสร้าง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_o	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนฉาบ หนา 5 มม.	0.533	0.009
R_2	ผนังเบาซีแพค หนา 85 มม.	0.213	0.399
R_3	ปูนฉาบ หนา 5 มม.	0.533	0.009
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.581
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		0.721 W/m^2.K	

ผนังคอนกรีตมวลเบา หนา 0.095 เมตร



	รายการวัสดุโครงสร้าง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_o	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนฉาบ หนา 10 มม.	0.533	0.019
R_2	คอนกรีตมวลเบา หนา 75 มม.	0.130	0.577
R_3	ปูนฉาบ หนา 10 มม.	0.533	0.019
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.779
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		1.284 W/m^2.K	

นอกเหนือจากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน เราควรเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพอื่นๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งาน ดังตารางที่ 4.1 ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพของวัสดุผนังทึบประเภทต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของวัสดุผนังตัวอย่าง

คุณสมบัติที่เปรียบเทียบ	อิฐมอญ	คอนกรีตบล็อก	อิฐโฟมคอนกรีต	ผนังเบาซีแพค	คอนกรีตมวลเบา
ความหนารวมเมื่อฉาบผิว	10.0 ซม.	10.0 ซม.	10.0 ซม.	9.5 ซม.	9.5 ซม.
น้ำหนักต่อตารางเมตร (กก.)	180 กก.	160 กก.	80 กก.	90 กก.	90 กก.
แรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ต่ำกว่า 150	ต่ำกว่า 100	-	150	80
การป้องกันไฟ	1 – 2 ชม.	ต่ำกว่า 1 ชม.	-	1 – 2 ชม.	4 ชม.
ราคา (บาท/ตร.ม.)	350	310	-	400	390

4.4.2 ช่องเปิด

ช่องเปิดเป็นผนังที่เปิดสู่ภายนอก ซึ่งช่องเปิดของส่วนเปลือกอาคารอาจอยู่ร่วมกับผนังทึบ โดยส่วนใหญ่จะเริ่มจากระดับความสูงของส่วนทำงาน (Working Plane) เพื่อรับแสงธรรมชาติมาใช้อย่างเพียงพอ ในที่นี้จะหมายถึงช่องเปิดที่เป็นกระจกเท่านั้น

"กระจก" นับว่าเป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญมากสำหรับการก่อสร้างในปัจจุบัน โดยเฉพาะในอาคารสูงได้มีการนำเอากระจกมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบผนังภายนอกของอาคาร แต่ถ้าจะมองภาพรวมของการเลือกใช้กระจกที่จะนำมาใช้ในการออกแบบอาคารสำหรับประเทศไทยแล้ว มักจะไม่มีการคำนึงถึงปัญหาที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนของผิวกระจกที่ร้อนไปยังผู้ใช้อาคาร อาจกล่าวได้ว่าผนังโปร่งแสงของอาคารหรือช่องเปิดของอาคาร เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน เนื่องจากกระจกมีข้อดีในการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร แต่ในขณะเดียวกันกระจกก็เป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนที่ดี จึงสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มาก ทำให้มีปริมาณความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารมากเช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบการใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่เท่ากันแล้ว ถ้าเป็นอาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และหน้าต่างภายในอาคารทุกบานปิดสนิทแล้ว การเลือกใช้กระจกชั้นเดียว จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเย็นกว่าการใช้กระจกฉนวน (Insulated Glass) หรือกระจก 2 ชั้นและมีสูญญากาศตรงกลาง ทั้งนี้เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ทะลุทะลวงผ่านเข้ามาในอาคารแล้ว กระจกฉนวนจะกักกันทำให้ความร้อนผ่านออกไปได้ยากกว่ากระจกชั้นเดียว เพราะกระจกฉนวนมีค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อนดีกว่ากระจกชั้นเดียวมาก ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ภายในอาคารถ่ายเทออกไปภายนอกได้ยาก ดังนั้นอาคารที่ไม่ปรับอากาศและปิดสนิท ถ้าใช้กระจกฉนวนจะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารร้อนกว่าการใช้กระจกเพียงชั้นเดียว

ดังนั้นในการเลือกใช้กระจกจึงควรใช้กระจกที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด ในขณะเดียวกันก็ต้องยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อยที่สุดด้วย จากการศึกษาพบว่า สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไปจะมีระดับของพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้และทิศทางการรับแสงของกระจก ดังมีรายละเอียดการคำนวณ แสดงในตารางที่ 4.2 นอกจากนี้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานที่ดีนั้น ขนาดของช่องเปิดนี้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสม กล่าวคือมีขนาดเล็กพอที่จะไม่ให้ความร้อนเข้ามาในอาคารมากนัก แต่ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ และจำเป็นต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานโดยต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมา กล่าวคือต้องสามารถกันความร้อนได้ดี (มีค่า R-Value สูง) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการบังเงาต่ำ และมีค่าการส่งผ่านของแสงสูง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกแต่ละชนิดเข้าสู่อาคารในแต่ละทิศ

ชนิดกระจก	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ	เฉลี่ย
1. กระจกใสชั้นเดียว 6 ม.ม.									
- ไม่มี Overhang	136.74	162.86	201.26	208.94	199.72	202.79	187.43	158.25	182.25
- มี Overhang ยาว 1.0 ม.	101.98	108.36	129.47	130.20	144.60	126.75	121.41	105.63	121.05
- มี Overhang ยาว 1.5 ม.	101.15	102.27	116.12	121.78	143.29	118.61	109.13	99.75	114.01
- มี Overhang ยาว 2.0 ม.	100.75	98.71	111.28	116.90	142.64	113.91	104.69	96.32	110.65
2. กระจกใสชั้นเดียว 6 ม.ม. ติดฟิล์มสะท้อนแสง									
- ไม่มี Overhang	68.45	77.43	90.93	93.27	90.10	91.16	85.88	75.85	84.10
- มี Overhang ยาว 1.0 ม.	56.50	58.70	65.95	66.21	71.15	65.02	63.18	57.76	63.06
- มี Overhang ยาว 1.5 ม.	56.22	56.60	61.36	63.31	70.70	62.22	58.96	55.74	60.64
- มี Overhang ยาว 2.0 ม.	49.59	48.89	53.21	55.14	63.99	54.11	50.94	48.06	52.99
3. กระจกสีชา dark cool gray หนา 6 ม.ม.									
- ไม่มี Overhang	96.68	114.09	139.69	144.81	138.66	140.71	130.47	111.02	127.02
- มี Overhang ยาว 1.0 ม.	73.51	77.76	91.83	92.32	101.92	90.02	86.46	75.94	86.22
- มี Overhang ยาว 1.5 ม.	72.95	73.70	82.93	86.70	101.04	84.59	78.27	72.02	81.53
- มี Overhang ยาว 2.0 ม.	72.68	71.33	79.71	83.45	100.61	81.46	75.31	69.73	79.28
4. กระจกชั้นเดียว 6 ม.ม. เคลือบสารสะท้อนแสง									
- ไม่มี Overhang	52.04	60.20	72.20	74.60	71.72	72.68	67.88	58.76	66.26
- มี Overhang ยาว 1.0 ม.	41.18	43.17	49.77	50.00	54.50	48.92	47.25	42.32	47.14
- มี Overhang ยาว 1.5 ม.	40.92	41.27	45.60	47.36	54.09	46.38	43.41	40.48	44.94
- มี Overhang ยาว 2.0 ม.	40.79	40.16	44.09	45.81	53.88	44.91	42.02	39.41	43.89
5. กระจกเคลือบสารสะท้อนแสง 6 ม.ม. 2 ชั้น มีช่องสูญญากาศ 11 ม.ม.									
- ไม่มี Overhang	40.77	47.57	57.57	59.57	57.17	57.97	53.97	46.37	52.68
- มี Overhang ยาว 1.0 ม.	31.72	33.38	38.87	39.06	42.81	38.17	36.77	32.97	36.68
- มี Overhang ยาว 1.5 ม.	31.50	31.79	35.40	36.87	42.47	36.05	33.58	31.13	34.85
- มี Overhang ยาว 2.0 ม.	31.39	30.86	34.14	35.60	42.30	34.82	32.42	30.24	33.97

ในการออกแบบผนังอาคารนั้น ควรจะเลือกลักษณะสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมเป็นอันดับแรก เพื่อหลีกเลี่ยงและลดความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร หรือหากจำเป็นต้องมีช่องเปิดเพื่อความสวยงามของอาคารแล้ว ก็ควรหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในทิศทางที่มีปริมาณของรังสีดวงอาทิตย์มาก และหากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในทิศทางดังกล่าวได้ ก็ควรออกแบบให้บริเวณช่องเปิดมีอุปกรณ์บังแดด หรือเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ช่วยลดหรือสะท้อนความร้อนได้ดี เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน

4.4.3 หลังคาและฝ้าเพดาน

พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นในลักษณะเดียวกันกับผนัง โดยแปรผันกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา ทั้งนี้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาต้องมีค่าไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร จากการศึกษาพบว่าหลังคาทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ยเกินค่าที่กำหนดนี้ ยกเว้นหลังคาที่บุด้วยฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 2 นิ้ว จึงจะมีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดนี้ [1]

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบการดูดกลืนรังสีควงอาทิตย์และการเปล่งรังสีจากผิวสีของวัสดุ

สี / ชนิดวัสดุ	ค่าดูดกลืนความร้อน	ร้อยละ	ค่าเปล่งรังสีความร้อน	ร้อยละ
สี :		(1)	(3)	(1)
สีดำ	0.97	100.00	0.96	100.00
สีแดง	0.74	76.29	0.96	100.00
สีเขียว	0.73	75.26	0.95	98.96
สีเหลือง	0.45	46.39	0.95	98.96
สีขาว	0.15	15.46	0.89	92.70
ชนิดวัสดุ :		(2)	(3)	(2)
อิฐแดง กระเบื้อง คอนกรีต	0.83	100.00	0.90	100.00
อิฐเหลือง ปูนพลาสเตอร์	0.45	56.25	0.90	100.00
อลูมิเนียม	0.40	50.00	0.50	5.56
ทองแดง	0.50	62.50	0.25	2.78
ทองแดงขัดเงา	0.40	50.00	0.02	2.22
อลูมิเนียมขัดเงา	0.20	25.00	0.03	3.33

หมายเหตุ (1) ร้อยละของค่าดูดกลืนความร้อนและการเปล่งรังสีความร้อน เมื่อเทียบกับสีดำ

(2) ร้อยละของค่าดูดกลืนความร้อนและการเปล่งรังสีความร้อน เมื่อเทียบกับคอนกรีต

(3) ค่าเปล่งรังสีความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4.3 พบว่า วัสดุสีดำจะมีค่าดูดกลืนความร้อนสูงกว่าสีขาวประมาณ 6.5 เท่า และจะมีค่าการเปล่งรังสีความร้อนสูงกว่าสีขาวประมาณ 1 เท่า จะเห็นได้ว่าสีก็มีผลต่อการดูดกลืนความร้อนแล้วสะสมไว้ ดังนั้นการเลือกสีของหลังคาที่มีค่าความสามารถในการดูดกลืนความร้อน(Thermal Absorbtivity) และค่าการเปล่งรังสี (Emissivity) ต่ำๆ จะสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของหลังคาได้เป็นอย่างดี และเพื่อให้บรรลุผลในการลดความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนของหลังคาและฝ้าเพดาน ควรมีค่าประมาณ 0.8 วัตต์/ม.^{2} $^{\circ}$ซ [2]

---

[1] พงษ์พัฒน์ มั่งคั่ง. วิธีการปรับปรุงอาคารเดิมให้มีผลในการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : มปส. มปป. หน้า 18.

[2] TG Cadabra. **Energy – Efficient Design of Buildings in Thailand.** 2nd Ed. Bangkok : Thai Gypsum Products Public Company Limited. 1995. p.88.

4.5 ฉนวนกันความร้อน (Insulation)

วัสดุที่ต้านทานความร้อนไม่ให้ผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของผนังที่เป็นเปลือกอาคารได้โดยสะดวก เรียกว่า *"ฉนวนกันความร้อน"* ควรมีคุณสมบัติ คือ มีค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity; k) ต่ำ มีค่า Film Coefficient; h ต่ำ และมีค่าการเปล่งรังสีต่ำ

เราสามารถแยกประเภทตามลักษณะของฉนวนกันความร้อนออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน[1] คือ

4.5.1 ชนิดเป็นแท่งก้อน/แผ่น (Rigid or Semi-rigid Blocks or Boards)

4.5.1.1 *แผ่นโฟม* ผลิตจากโพลีสไตรีนและโพลียูริเทน ทนอุณหภูมิได้ 85°ซ เป็นแผ่นสีขาว น้ำหนักเบา มีค่าการนำความร้อนน้อย ข้อเสียคือติดไฟได้ง่าย และเมื่อไหม้ไฟจะเกิดควันที่มีพิษ การติดตั้งจึงต้องซ่อนอยู่ภายในวัสดุอื่น เช่น วางบนฝ้าใต้หลังคาหรืออัดระหว่างผนัง และจะเสื่อมสภาพการเป็นฉนวนได้ง่ายถ้าโดนน้ำหรือไอน้ำ

4.5.1.2 *แผ่นใยพืช* เป็นพวกใยไม้ไผ่ ชานอ้อยและใยพืชชนิดอื่นๆ อัดแน่นเป็นแผ่นแข็ง ตอกติดกับเคร่า ตง เช่นแผ่นเซลโลเท็กส์ เชฟวิ่งบอร์ด มีความหนาตั้งแต่ 3/8 – 2 นิ้ว บางชนิดเป็นแผ่นฐานสำหรับฉาบปูนปลาสเตอร์หรือปิดด้วยกระดาษกันน้ำ เคลือบหรือทาน้ำยาเพื่อกันชื้น

4.5.1.3 *แผ่นคอร์ก* ทำด้วยไม้คอร์กอัดแน่นและอบ ป้องกันความร้อนและชื้นได้ดี

4.5.1.4 *แผ่นแก้วเบาอัดเป็นก้อน (Foam Glass)* มีความทนทานและกันความชื้นได้

4.5.1.5 *แผ่นใยแก้ว (Fiber Glass)* ทำด้วยเส้นใยแก้วยาวๆอัดกันแน่นเป็นแผ่น

4.5.2 ชนิดเป็นแผ่นยืดหยุ่น (Flexible or Blanket Types Insulation)

ฉนวนชนิดนี้ประกอบด้วยใยแก้ว หรือใยหิน มีคุณสมบัติที่ดีคือไม่ไหม้ไฟและสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 350°ซ การติดตั้งจะบรรจุระหว่างเคร่า ตง หรือจันทัน แล้วยึดไว้ด้วยขอเกี่ยว

4.5.3 ชนิดใช้พ่นฉีดหรือฉาบเสริม (Loose Fills)

มีลักษณะเป็นเมล็ดหรือแผ่นชิ้นเล็กๆ ประกอบด้วยธาตุอลูมิเนียม เหล็ก แมกนีเซียม ซิลิเก ต ฯลฯ ซึ่งเป็นส่วนผสมของแร่กลีบหิน (Mica) ชนิดหนึ่ง มีชื่อเรียกว่า *"เวอร์มิคูไลต์ (Vermiculite) กับ เพอร์ไลต์ (Perlite)"* มีคุณสมบัติในการกันอัคคีภัยและดูดซับเสียงได้ดี ในการติดตั้งจะนำวัสดุนี้มาผสมกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ใช้เทในช่องว่างของผนัง ฉีดพ่นเหนือฝ้าเพดาน หรือฉาบบนแผ่นคอนกรีตหรือบนตะแกรงเหล็กก้างปลา (Metal lath) หรือผสมกับคอนกรีตทำคอนกรีตบล็อก หรือใช้ผสมปลาสเตอร์พ่นบนแผ่นคอนกรีต

ทั้งนี้ในการเลือกฉนวนกันความร้อนชนิดใดชนิดหนึ่งไปใช้ ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน อุณหภูมิในการใช้งาน ราคาวัสดุ อายุการใช้งาน ลักษณะการติดตั้ง รวมทั้งข้อจำกัดอื่นๆที่เฉพาะเจาะจงสำหรับวัสดุแต่ละชนิด[1]

---

[1] ครึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มปส. มปป. หน้า 41 – 42.

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติที่สำคัญระหว่างใยแก้วและแผ่นสะท้อนความร้อน[2]

ข้อเปรียบเทียบ	ใยแก้ว (Glass Wool)	แผ่นสะท้อนความร้อน (Reflective Insulation)
ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน		
- การป้องกันการนำความร้อน	ดีมาก ใช้โพรงอากาศเล็กภายใน ช่วยป้องกันการนำความร้อน	น้อยมาก ใช้อากาศที่หยุดนิ่งใน Air Gap ช่วยป้องกันการนำความร้อน
- การป้องกันการพาความร้อน	น้อยมาก มีค่าการพาความร้อนที่ผิววัสดุ, h = 10	ดีมาก 1) อากาศที่หยุดนิ่งใน Air Gap พาความร้อนได้น้อยมาก 2) ผิวของ Reflective Insulation เป็นโลหะมันทั้ง 2 ด้าน ซึ่งมีค่าการพาความร้อนที่ผิววัสดุ, h = 5.7
- การป้องกันการแผ่รังสีความร้อน	น้อยมาก มีค่าการแผ่รังสีความร้อนที่ผิววัสดุ, e = 0.80	ดีมาก 1) Aluminium Foil ผิวบนสะท้อนรังสีความร้อน 95% 2) Aluminium Foil ผิวล่างแผ่รังสีความร้อนออกมา 5%
ราคาวัสดุ	ประมาณ 100.00 บาท/ตร.ม. (ชนิดความหนาแน่น16kg/cm.^{3}, หนา 50 ม.ม., มี Foil Laminate)	ประมาณ 70.00 บาท/ตร.ม. (ชนิดมี Aluminium Foil 2 ด้าน)
อายุการใช้งาน	ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับ - ตำแหน่งและลักษณะการติดตั้ง - ความชื้นในอากาศ	ยาวนานมาก
การติดตั้ง	บนฝ้าเพดาน หรือในผนัง	ติดตั้งได้ทุกที่ (ใต้หลังคา, บนฝ้า, ในผนัง)
ข้อจำกัดอื่นๆ	ใยแก้วจะสะสมน้ำที่เกิดจาก Condensation ทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนลดลงเป็นอย่างมาก	การติดตั้งต้องมี Air Gap ประมาณ 20 – 100 มม.

[1] บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด. **แผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย** (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ : มปส. 2540. หน้า 3.

[2] บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด. **แผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย** (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ : มปส. 2540. หน้า 4 -5.

4.6 กระแสลมและการระบายอากาศ

กระแสลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศ ทำให้เกิดการระบายอากาศเป็นการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมที่มีกระแสลมผ่าน ดังนั้นกระแสลมจึงมีความสำคัญต่อตำแหน่งและทิศทางของอาคาร ซึ่งกระแสลมตามธรรมชาติเกิดขึ้นจากหลักการ 2 ประการ คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิและความแตกต่างของความกดอากาศ

1) ความแตกต่างของอุณหภูมิ จากหลักการทั่วไปเมื่ออากาศได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศจะขยายตัวและมีมวลเบาบางลงและจะลอยตัวสูงขึ้น ทำให้อากาศเย็นเคลื่อนเข้ามาแทนที่เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศ ซึ่งหลักการนี้เห็นได้ชัดจากการเกิดลมบก - ลมทะเล

2) ความแตกต่างของความกดอากาศและการเคลื่อนที่ของอากาศ จะเห็นได้ว่าลมจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปหาความกดอากาศต่ำ โดยทั่วไปเขตที่มีความกดอากาศสูงคือส่วนที่ลมพัดเข้ามาปะทะกับผนัง อาคารที่ทางลมเข้าจะมีการเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคารน้อยมาก เนื่องจากไม่มีทางให้ลมออกทำให้เกิดความกดอากาศสูงภายในอาคาร ส่วนบริเวณที่เกิดความกดอากาศต่ำจะอยู่บริเวณหลังที่กำบังลมที่ลมไม่สามารถพัดผ่านโดยตรง ซึ่งจะเรียกว่า "Wind Shadow" คือลมในเขตด้านหลังอาคารนั่นเอง ด้วยหลักการนี้การวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน จะทำให้เกิดกระแสลมช่วยระบายอากาศเพื่อลดความร้อนภายในอาคารได้ โดยลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดอากาศสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่า อากาศภายในอาคารก็เช่นเดียวกัน คือ จะไหลจากที่ๆมีความกดอากาศสูงสู่ที่ๆมีความกดอากาศต่ำกว่าทำให้เกิดลมอ่อนภายในอาคาร

ส่วนการระบายอากาศ คือ การเคลื่อนย้ายอากาศ[1]

ในการออกแบบอาคารสำหรับเขตร้อนชื้น หากเป็นอาคารที่ไม่ปรับอากาศ ควรต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศตามวิธีธรรมชาติให้มากที่สุด เนื่องจากลมที่พัดผ่านเข้ามาในห้องจะทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับอากาศบริสุทธิ์ ส่วนลมที่สัมผัสร่างกายจะช่วยทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกเย็นขึ้น เนื่องจากช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกาย อีกทั้งการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารด้วยการทำให้มวลของโครงสร้างอาคารเย็นตัวลง โดยการนำอากาศเย็นจากภายนอกมาแทนอากาศภายในที่ร้อนขึ้นเนื่องจากความร้อนจากแสงอาทิตย์

การระบายอากาศตามธรรมชาติ สามารถเกิดขึ้นได้โดยมีหลักการ 2 ประการ คือ Wind Pressure Effect และ Stack Effect

จากหลักเกณฑ์ทั่วไปของการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศ[1] พบว่า สภาพกระแสลมตามธรรมชาติจะมีความปั่นป่วน เนื่องจากได้พัดผ่านสิ่งกีดขวางในธรรมชาติ เช่น บ้าน ภูเขา ต้นไม้

---

[1] พาศนา ดัณฑลักษณ์. ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร. 2527. หน้า 79.

เป็นต้น ซึ่งขนาดของความปั่นป่วนของลมต่อความเร็วลมเฉลี่ยจะลดลงเมื่อความสูงมากขึ้น ทั้งนี้โดยธรรมชาติแล้ว ความเร็วลมจะแปรเปลี่ยนตามความสูง โดยที่ความเร็วลมจะสูงขึ้นเมื่อความสูงมากขึ้น และความเร็วลมจะมีค่าคงที่เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่ง (เรียกความสูงนั้นว่า Gradient Height) และในระดับความเร็วลมที่แตกต่างกันก็จะมีผลโดยตรงต่อสภาวะความสบายของมนุษย์ จึงได้มีการกำหนดระดับลมที่ก่อให้เกิดความรู้สึกต่างๆไว้ 10 ระดับ ซึ่งรู้จักกันในชื่อ *"บิวฟอร์ด สเกล (Beaufort Scale)"*[2] ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.5 และค่าที่รู้สึกสบาย คือค่า Beaufort No.2

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของบิวฟอร์ด สเกล

Beaufort No.	General Description	Specifications	Limit of Speed (m./sec.)
0	Calm	Smoke rises vertically	0.3
1	Light air	Wind direction shown by smoke drift but not by vanes	0.6 – 1.7
2	Slight breeze	Wind felt on face; leaves rustle; ordinary vane moved by wind	1.8 – 3.3
3	Gentle breeze	Leaves and twigs in constant motion; wind extends light flag	3.4 – 5.2
4	Moderate breeze	Dust and loose paper; small branches are moved	5.3 – 7.4
5	Fresh breeze	Small tree in leaf begin to sway	7.5 – 9.8
6	Strong breeze	Large branches in motion; whistling in telegraph wires	9.9 – 12.4
7	Moderate gale	Whole trees in motion	12.5 – 15.2
8	Fresh gale	Twigs broken of trees; progress generally impeded	15.3 – 18.2
9	Strong gale	Slight structural damage occurs; chimney pots removed	18.3 – 21.5
10	Whole gale	Trees uprooted; considerable structural damage	21.6 – 25.4
11	Storm	Very rarely experienced; widespread damage	25.5 – 29.0
12	Hurricane		above 29.3

นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยของมหาวิทยาลัยแห่งชาติของสิงคโปร์ ได้มีการอธิบายเรื่องอัตราความเร็วที่ต้องการในการเคลื่อนที่ของอากาศในเขตร้อนชื้นไว้ว่า จะต้องไม่ต่ำกว่า 2 เมตรต่อนาที เพื่อให้เกิดสภาวะความสบายทางอุณหภูมิ[3] และในทุกความเร็ว 1 กม./ชั่วโมง หรือ 0.27 เมตร/วินาที ของกระแสลมที่เพิ่มขึ้น จะให้ความรู้สึกเย็นลง 0.4 ^{o}ซ[4]

---

[1] สุกิตย์ เทพมังกร. **Wind Tunnel Test.** Engineering Transactions, Vol.2 No.2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 2542. หน้า 58.

[2] ธีรบน ไวไรจนกิจ. **เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2537. หน้า 47.

[3] Poonperm Wattanaworngkiri. **Measurement of Wind Flow & Effects around Building and Ventilation Studies,** Course of Training in Singapore. 1984 – 1985. P.23.

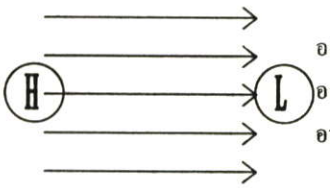
[4] สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวณิค. **"การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย",** รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536. หน้า 7.

4.6.1 รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลม

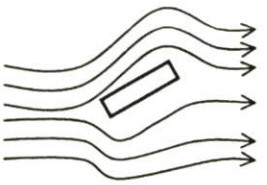
ทิศทางของกระแสลมจะเกิดขึ้นได้โดยช่องทางเข้า ซึ่งช่องทางเข้าของอากาศนี้ก็มีหน้าที่เหมือนกับหัวฉีดน้ำ[1] เพราะจะสามารถบังคับทิศทางให้ลมพัดสูงขึ้นสู่เพดานหรือต่ำลงสู่พื้น รวมทั้งสามารถบังคับให้พัดไปทางซ้ายหรือขวาได้ ในการศึกษารูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะพบว่ามีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจในธรรมชาติของกระแสลม ภายใต้เงื่อนไขสภาพแวดล้อมแบบต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

4.6.1.1 รูปแบบทั่วไปของการเคลื่อนที่ของกระแสลม

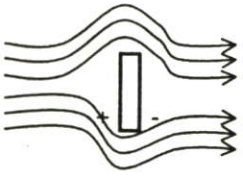
ภาพที่แสดงต่อไปนี้เป็นการแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลม เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจกฎเกณฑ์การเคลื่อนที่ของกระแสลม



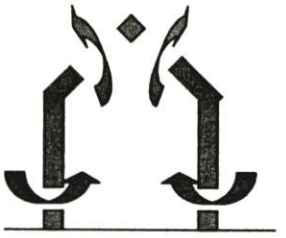
อากาศจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีความกดอากาศสูงไปยังพื้นที่ที่มีความกดอากาศต่ำ



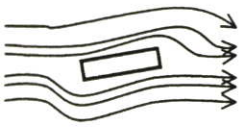
เมื่ออากาศเคลื่อนผ่านสิ่งกีดขวาง จะเกิดการเปลี่ยนทิศทางและความเร็ว หลังจากนั้นกระแสอากาศจะกลับมาเคลื่อนที่ในทิศทางและความเร็วเดิม



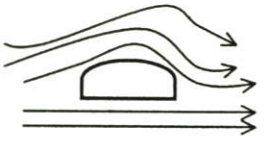
บริเวณความกดอากาศสูง (+) โดยทั่วจะเกิดใกล้ผนังของอาคารด้านปะทะลม ส่วนลมที่พัดไปทางด้านข้างหรือเหนืออาคารออกไปจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำหรือย่านอับลม(-) ขึ้น



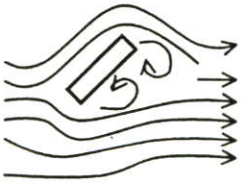
ผลของอากาศร้อนในอาคารที่ลอยตัวสูงขึ้น ทำให้เกิดการดูดอากาศภายนอกเข้ามาแทนที่ เรียก *สแต็ค แอฟเฟ็ค* (Stack Effect)



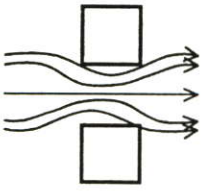
ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศแบบราบเรียบเป็นแนวขนานและมีความเร็วต่ำที่สม่ำเสมอ เรียก *ลามินาร์* (Laminar)



ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่เคลื่อนตัวในระยะทางที่ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้เกิดการลดความดันในกระแสอากาศที่เคลื่อนตัวในระยะทางที่ยาวกว่า เรียก *เบอร์นาวล์ลี แอฟเฟ็ค* (Bernoulli Effect)



ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศที่ถูกแยกออกจากกัน และไม่สามารถคาดหมายถึงแนวทางได้เมื่อมาพบกันในด้านตรงกันข้าม บางส่วนจะหมุนวนเป็นวงกลมก่อนที่จะเคลื่อนไปในแนวทางเดิม เรียก *เทอร์บิวเล็นท์ โฟลว์* (Turbulent Flow)



ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศแบบลามินาร์ผ่านช่องเปิดของสิ่งกีดขวาง กระแสอากาศจะเบียดตัวผ่านพื้นที่แคบ จนเกิดกระแสอากาศแบบเทอร์บิวเล็นท์ เรียกลักษณะการเกิดแบบนี้ว่า *เวนทูรี แอฟเฟ็ค* (Venturi Effect)

ภาพที่ 4.4 แสดงรูปแบบทั่วไปของการเคลื่อนที่ของกระแสลม

---

[1] ครึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : 2539. หน้า 71.

4.6.1.2 รูปแบบการระบายอากาศแบบข้ามฟาก[1]

การระบายอากาศแบบข้ามฟากเป็นการระบายอากาศผ่านอาคารที่มีประสิทธิภาพการถ่ายเทอากาศสูง โดยเป็นการจัดให้มีช่องทางเข้าของลมกับช่องทางออกของลมอยู่ในแนวเส้นตรง ไม่มีสิ่งขวางกั้นและมีขนาดช่องเปิดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจิโวนีได้ให้สมการสำหรับคำนวณหาความเร็วของลมภายในอาคาร (ห้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส) ที่มีสภาพการระบายอากาศในลักษณะนี้ ดังนี้

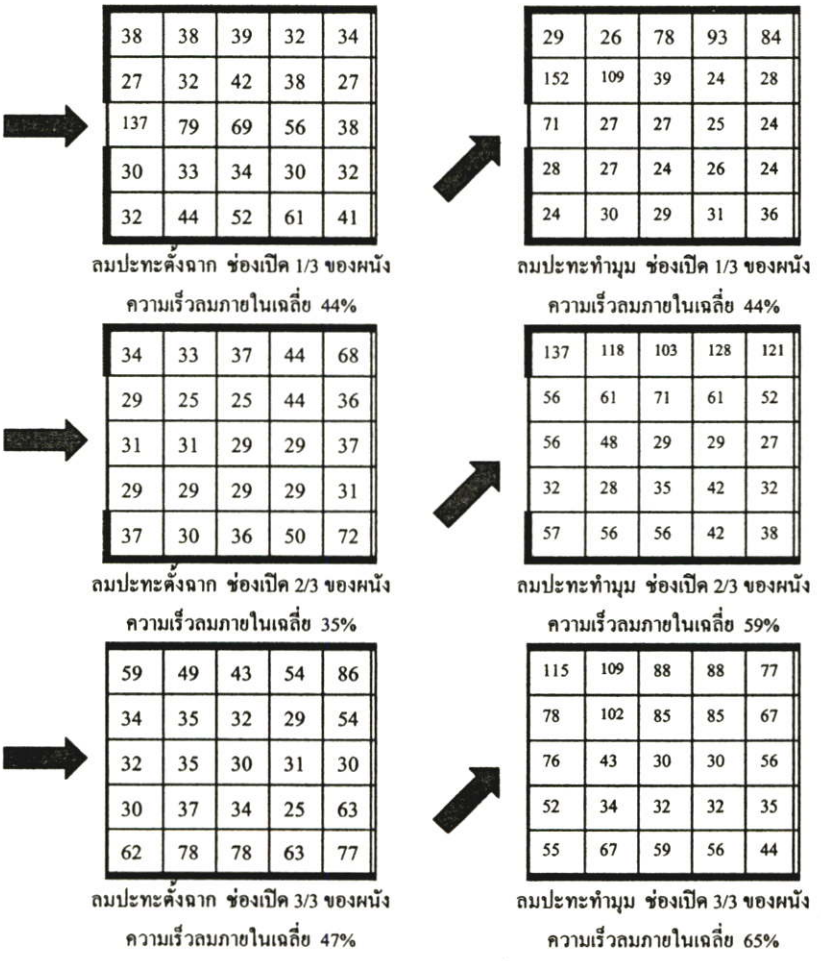
$$V(i) = 0.45\,(1 - e^{-3.84X})\,V(o)$$

โดย V(i) = ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน

V(o) = ความเร็วลมภายนอก

X = อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (ช่องลมเข้าและออกมีขนาดเท่ากัน)

ทั้งนี้ จิโวนี ได้ทำการทดลอง (ภาพที่ 4.5) ผลปรากฏว่า ถ้าช่องลมเข้าและช่องลมออกอยู่ในแนวเดียวกัน ลมจะเข้าและทะลุออกไปโดยเร็ว ทำให้พื้นที่ส่วนอื่นๆนอกแนวช่องหน้าต่างจะมีลมพัดผ่านน้อยมาก แต่ถ้าลมพัดเข้าหน้าต่างในลักษณะทำมุม 45 องศากับช่องลมเข้า เมื่อมีลมพัดเข้าไปในห้องจะเกิดการหมุนวนทำให้กระแสลมไหลทั่วทั้งห้อง



ภาพที่ 4.5 แสดงการกระจายของกระแสลมภายในห้องเนื่องจากทิศทางลมและขนาดของช่องเปิด

---

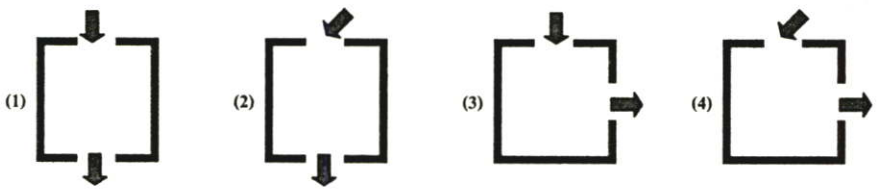
[1] ชีรมน ไวไรจนกิจ. เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2537. หน้า 54.

ในกรณีที่ช่องลมเข้าและลมออกไม่ได้อยู่ตรงข้ามกัน แต่อยู่บนผนังที่ชนประชิดกัน ผลการระบายอากาศภายในห้องกลับอยู่ในสภาพที่ดี ในลักษณะที่ลมไหลทั่วห้องถึงแม้ความเร็วลมจะต่ำกว่าช่องเปิดตรงกัน ทั้งนี้เกิดจากลมที่มาในทิศทางตั้งฉากกับช่องเปิดเมื่อเข้าไปในห้องจะปะทะกับผนังด้านตรงข้ามกับช่องเปิดแล้วเกิดการไหลวนก่อนออกจากช่องเปิดอีกด้านหนึ่ง ตามการทดลองของจิโวนี ดังแสดงตารางที่ 4.6 จึงจะได้ปริมาณลมที่ดี

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความเร็วลมเฉลี่ยที่มีผลจากขนาดช่องเปิดและทิศทางลม[1]

พื้นที่ช่องเปิด / ผนัง		หน้าต่างอยู่ตรงข้าม		หน้าต่างอยู่ด้านประชิดกัน	
ช่องลมเข้า	ช่องลมออก	ลมตรง (1)	ลมทำมุม (2)	ลมตรง (3)	ลมทำมุม (4)
1/3	1/3	35	42	45	37
1/3	2/3	39	40	39	40
2/3	1/3	34	43	51	36
2/3	2/3	37	51	-	-
1/3	*3/3*	44	44	51	45
3/3	1/3	32	41	50	37
2/3	3/3	35	59	-	-
3/3	2/3	36	62	-	-

หมายเหตุ



1. ให้ถือว่าความเร็วลมภายนอกมีค่าเท่ากับ 100%
1. โดยปรกติปริมาณลมเข้าจะเท่ากับปริมาณลมออก
2. ปริมาณลมจะลดลง เมื่อลมปะทำมุม
3. วัดความเปลี่ยนแปลงที่จุดกึ่งกลางห้อง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ขนาดของช่องลมเข้าและออกทำให้เกิดผลต่างของความเร็วลมภายในเล็กน้อย คือ ถ้าช่องลมเข้าเล็กและช่องลมออกใหญ่จะทำให้เกิดปริมาณลมในอาคารมากกว่าลักษณะช่องลมเข้าใหญ่และช่องลมออกเล็ก

---

[1] Baruch Givoni. **Man, Climate and Architecture.** London : Elsevier Architectural Science Series. 1969.

4.6.1.3 รูปแบบการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ (Induced Cross - ventilation)

ในบางกรณีที่ไม่สามารถจัดให้ช่องเปิดอยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกันได้ เนื่องจากมีผนังภายนอกเพียงด้านเดียว ในกรณีเช่นนี้การจัดให้มีช่องเปิด 2 ช่องที่ผนังด้านเดียวกันจะให้ผลดีกว่าการมีช่องเปิดเพียงช่องเดียว ทั้งนี้เพราะในกรณีที่ลมทำมุมกับช่องเปิด ลมจะเข้าทางช่องเปิดหนึ่งเข้าไปหมุนวนภายในห้องและจึงออกไปทางช่องเปิดอีกช่องหนึ่ง และยังสามารถออกแบบให้เหนี่ยวนำลมเข้าสู่ห้องได้มากขึ้นด้วยการทำผนังปีก (Wing Walls) กั้นภายนอกช่องเปิด เพื่อให้เกิดด้านปะทะลมและด้านอับลมขึ้นบนผนังเดียวกัน ซึ่งวิธีการนี้ก็จะเป็นการสร้างปัจจัยให้เกิดลักษณะของการระบายอากาศแบบข้ามฟากได้ ดังตัวอย่างการทดลองโดยหุ่นจำลอง

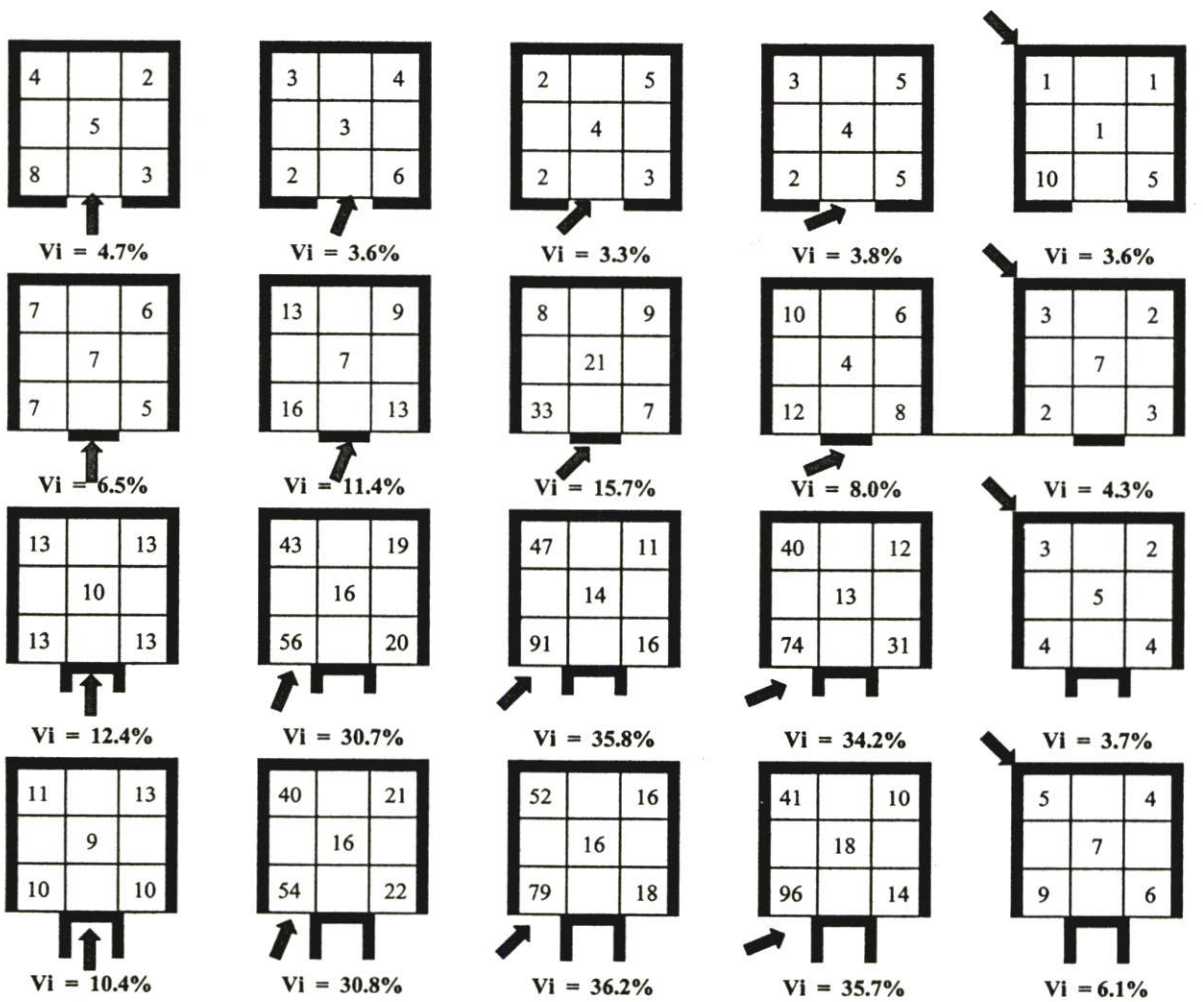
นอกจากนี้ The British Building Research ได้สร้างสมการเพื่อหาความเร็วลมในการระบายอากาศแบบเปิดช่องหน้าต่างด้านเดียว (Single-sided Ventilation) ขึ้น ดังนี้

$$Q = 0.025\,AVr$$

โดย Q = ปริมาณอากาศ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

A = พื้นที่ช่องเปิด (ตารางเมตร)

Vr = ความเร็วลมภายนอก (เมตร/วินาที)



ภาพที่ 4.6 Effect of wing walls on indoor air speed

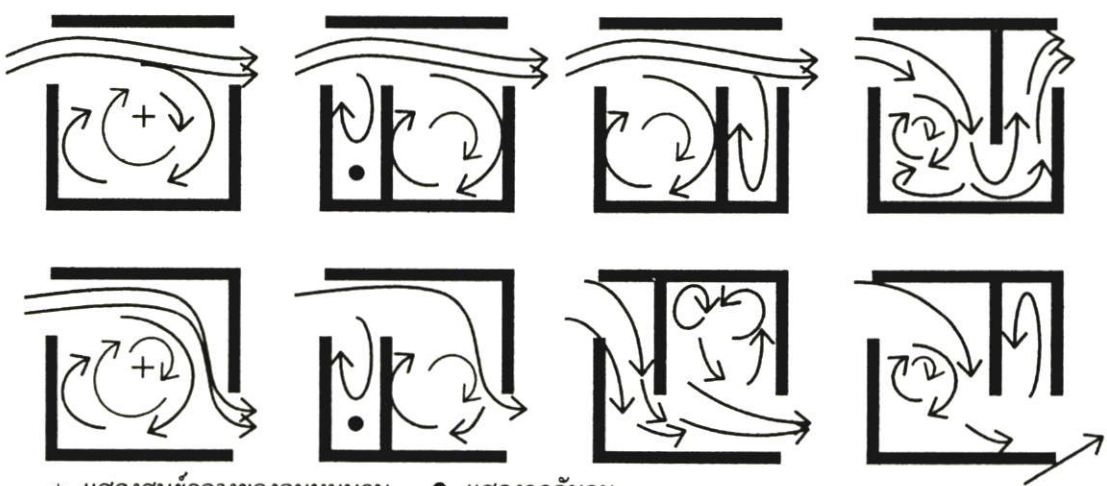
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณเปอร์เซ็นต์ของลมในรูปแบบช่องเปิดและทิศทางต่างกัน

พื้นที่ช่องเปิด / ผนัง	จำนวนช่องเปิด / รูปแบบของช่องเปิด	ปริมาณลม (%) / ทิศทางลม				
		90°	22.5°	45°	67.5°	ทำมุมหลัง
2 / 9	1 / กลาง	10.4	10.4	10.4	-	-
2 / 9	2 / ชิดข้าง	11.8	16.8	17.5	8.9	5.4
2 / 9	2 / ชิดข้าง + ผนังปีก	16.0	34.0	38.4	36.2	8.1
1 / 9	1 / กลาง	4.7	3.6	35.0	3.8	3.6
1 / 9	2 / ชิดข้าง	6.5	11.4	15.7	8.0	3.4
1 / 9	2 / ชิดข้าง + ผนังปีก	11.4	30.8	36.0	35.0	4.9

หมายเหตุ 1. ให้ถือว่าความเร็วลมภายนอกมีค่าเท่ากับ 100% ภายใต้สภาพแวดล้อมที่โล่งแจ้ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง
2. วัดความเปลี่ยนแปลงที่จุดกึ่งกลางห้อง

4.6.1.4 อิทธิพลของการกั้นผนังภายในห้องต่อการระบายอากาศ

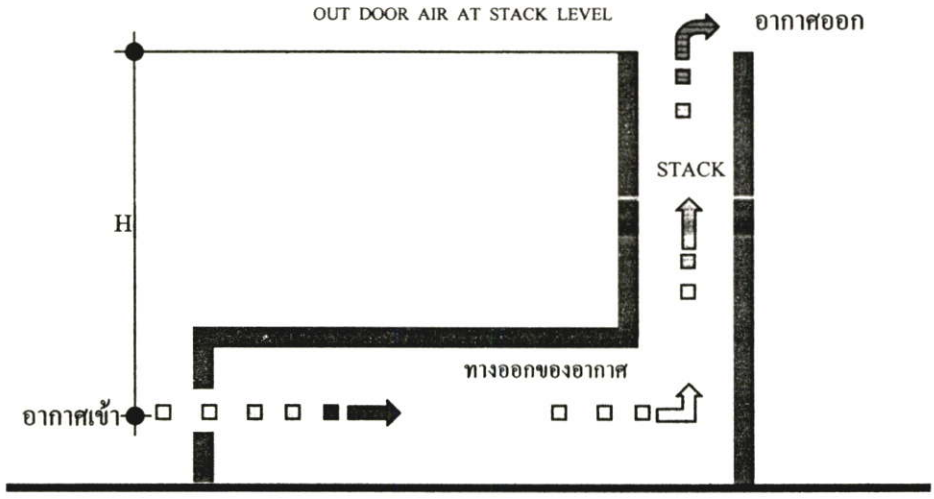
ในการออกแบบบางครั้งจำเป็นต้องมีการแบ่งพื้นที่ภายในห้องออกเป็นส่วนๆ โดยในผนังกั้น ที่เป็นปัญหาต่อการระบายอากาศคือการกั้นผนังที่เต็มตลอดความสูงของห้อง หากวางตำแหน่งผนังไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดพื้นที่ที่อับลม ซึ่งขัดต่อเงื่อนไขการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่ดี ดังนั้นจิโวนีจึงได้ทำการทดลองการเคลื่อนที่ของลมผ่านห้องที่มีการกั้นผนังภายในลักษณะต่างๆกันในอุโมงค์ลม (ภาพที่ 4.7) ผลปรากฏว่า ตำแหน่งของผนังภายในที่ดีไม่ควรอยู่ประชิดหรือใกล้ช่องเปิดที่เป็นช่องลมเข้า ยิ่งห่างจากช่องลมเข้ายิ่งมาก การกระจายตัวของลมภายในห้องจะยิ่งดีขึ้น ในกรณีที่ช่องเปิดอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน การมีผนังมากั้นจะทำให้การกระจายตัวของลมดีขึ้น ส่วนในกรณีที่ช่องลมเข้าและลมออกไม่ตรงกัน ผนังควรตรงกับแนวช่องลมเข้าซึ่งจะทำให้การกระจายตัวของลมภายในห้องดีขึ้น



ภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะการไหลของอากาศผ่านห้องที่มีผนังกั้นภายในในรูปแบบต่างๆ

4.6.1.5 รูปแบบการระบายอากาศทางปล่อง (Stack Ventilation)

เป็นการระบายอากาศตามธรรมชาติอีกชนิดหนึ่ง ในลักษณะ *"การระบายความร้อนแบบปล่อง"* ซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ ระบบนี้นำมาใช้เพื่อช่วยในการระบายอากาศสำหรับในที่ๆแออัดไม่มีบริเวณที่ว่างทางด้านลมเข้าและลมออกหรือในที่ๆต้องการความเป็นส่วนตัวไม่ต้องการเปิดหน้าต่างในด้านที่รับลม วิธีนี้ไม่จำเป็นจะต้องทำช่องเปิดในด้านรับลมทำให้สามารถป้องกันฝุ่นได้ดี ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบนี้ คือ ช่องอากาศเข้า บริเวณที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น และช่องทางอากาศออกซึ่งอยู่ในที่สูง



ภาพที่ 4.8 แสดงรูปแบบการระบายอากาศทางปล่อง

เมื่ออากาศภายนอกไหลเข้าสู่ภายในอาคารผ่านบริเวณที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวบางลงและลอยตัวสูงขึ้นออกไปทางปล่อง อากาศภายนอกซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศภายในขึ้น แต่ทั้งนี้ความสูงของปลายปล่องควรอยู่ในระดับที่สูงกว่าสิ่งก่อสร้างหรืออาคารข้างเคียงเพื่อให้พ้นจากบริเวณความกดอากาศสูง และอาจใช้พัดลมดูดอากาศติดบนส่วนปลายของปล่องเพื่อช่วยระบายอากาศให้ดีขึ้นด้วย

ปริมาณกระแสลมที่เกิดขึ้นภายในอาคารจากการระบายอากาศดังกล่าว คำนวณได้ดังนี้

$$Q = CA\,h(ti - to)$$

โดย Q = ปริมาณอากาศ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที

C = Constant of proportionality

= 91.10 (เป็นค่าที่ประมาณการว่ามีสภาพไหลเวียนอากาศสูงสุดในเชิงทฤษฎี 65%

A = พื้นที่หน้าตัดของปล่องหรือช่องลมออก (ตารางเมตร)

h = ความสูงระหว่างช่องลมเข้าและช่องลมออก หน่วยเป็นเมตร

ti = อุณหภูมิอากาศภายใน ในความสูง h หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

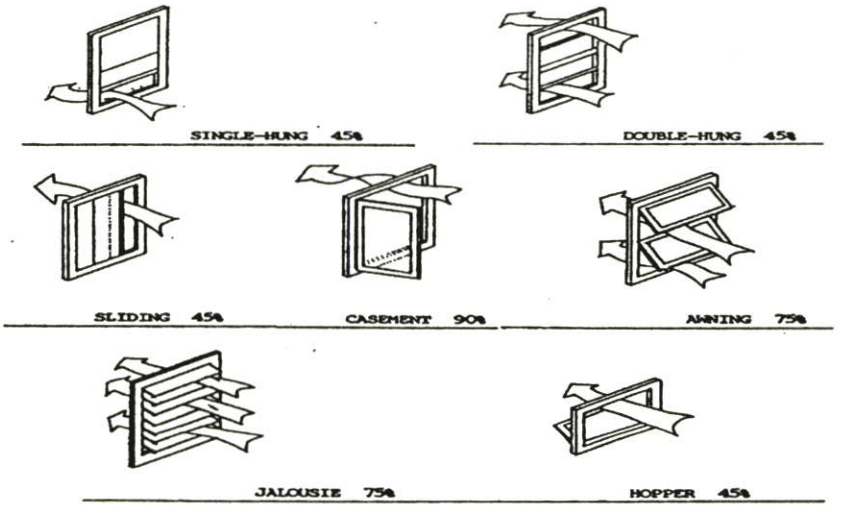
to = อุณหภูมิอากาศภายนอก หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

4.6.2 การจัดวางตำแหน่งช่องลมเข้าและช่องลมออก

ช่องเปิดมีบทบาทสำคัญต่อการระบายอากาศภายในอาคาร เนื่องจากขนาดของช่องเปิดจะมีผลต่ออัตราเร็วของการถ่ายเทอากาศ นอกเหนือไปจากการระบายอากาศแล้ว เรายังต้องคำนึงถึงพฤติกรรมผู้อยู่อาศัย สัดส่วนมนุษย์และประโยชน์ใช้สอยที่เกิดขึ้น ดังนั้นจากการพิจารณาจากองค์ประกอบดังกล่าว ทำให้เราพอสรุปได้ว่า ช่องเปิดควรอยู่ที่ระดับความสูงของช่วงตัว เนื่องจากเป็นความสูงที่พอดีต่อการใช้สอยของมนุษย์และไม่สูงเกินประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ควรจัดให้ช่องลมเข้าอยู่ตรงข้ามกับช่องลมออกทางทิศเหนือและทิศใต้ในลักษณะการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ซึ่งเป็นการระบายอากาศที่ดีที่สุดสำหรับอากาศเขตร้อนชื้น และสามารถเปิดรับลมประจำถิ่นได้อย่างเต็มที่ตลอดทั้งปี

4.6.3 ความกว้างของช่องเปิด

การกำหนดขนาดของช่องเปิดให้มีผลสูงสุดนั้น ขนาดของช่องเปิดจะต้องเปิดอย่างเต็มที่เท่าที่จะทำได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในด้านความร้อนที่จะผ่านเข้ามาทางช่องเปิด ปัจจุบันในการออกแบบมักจะคำนึงถึงแต่ทางลมเข้าแต่ขาดทางลมออกที่เพียงพอ ทำให้ภายในห้องไม่ได้รับลมเท่าที่ควร ดังนั้นการออกแบบช่องเปิด นอกจากจะทำให้มีลมพัดผ่านเข้าห้องแล้ว จะต้องจัดให้มีทางลมออกจากห้องด้วย หรืออีกนัยหนึ่งคือทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศเพื่อระบายถ่ายเทอากาศ การมีช่องเปิดแต่ในด้านที่รับลมจะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้องได้ เพราะผนังที่ปิดตันในด้านตรงกันข้ามกับทางลมเข้าจะเป็นเสมือนฉากบังลม นอกจากนี้จากการทดลองตามวิธีการของมาโฮนีย์ ทำให้พอจะสรุปความกว้างของช่องเปิดสำหรับอาคารในกรุงเทพมหานครได้ว่า ควรมีสัดส่วนช่องเปิดประมาณ 40 – 80% ของพื้นที่ผนัง[1]



หมายเหตุ ให้ถือว่าความเร็วลมภายนอกมีค่าเท่ากับ 100% ภายใต้สภาวะที่โล่งแจ้ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง

ภาพที่ 4.9 แสดงค่าประกอบประสิทธิภาพของช่องเปิดแบบต่างๆ

---

[1] ดูภาคผนวก ข.

4.7 การออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

นอกเหนือจากการออกแบบเบื้องต้น เช่น การวางตำแหน่งและทิศทางของอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การเจาะช่องเปิด การใช้วัสดุ และการออกแบบภูมิทัศน์แล้ว ส่วนสำคัญที่ช่วยลดแสงแดดตรงและเป็นการสร้างร่มเงาให้แก่ช่องเปิดและผนังเปลือกอาคาร ก็คือ อุปกรณ์บังแดด ซึ่งการป้องกันมิให้ความร้อนจากแสงแดดตรงเพิ่มอุณหภูมิแก่อาคารนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นเป็นอย่างมาก โดยในที่นี้จะรวมถึงการป้องกันความร้อนทางหลังคาอาคารและการป้องกันความร้อนโดยใช้แผงบังแดด

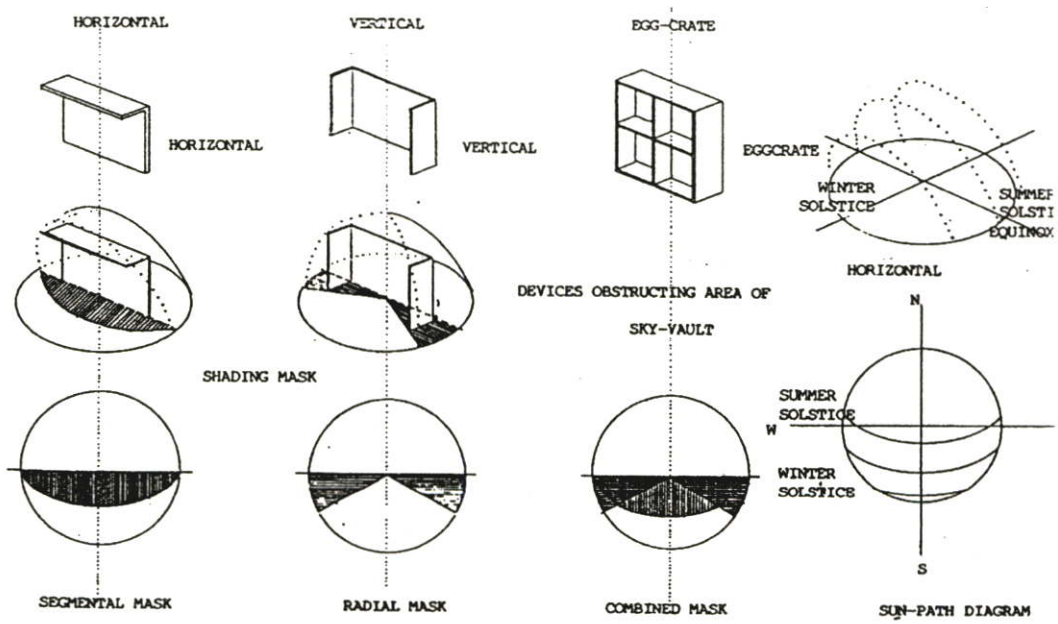
4.7.1 ประเภทของอุปกรณ์บังแดด

การให้ร่มเงาแก่ส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดบริเวณเปลือกอาคารด้วยอุปกรณ์บังแดดทำได้ในหลายลักษณะ ในที่นี้จะแบ่งตามรูปแบบในการบังแดดและเงาที่เกิดขึ้น โดยแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

4.7.1.1 เครื่องบังแดดทางนอน (Horizontal Overhanging) เช่น ชายคา,แผงทางนอน บังแดดได้คล้ายรูปเสี้ยว (Segmental Areas) เหมาะกับการบังแดดทางด้านทิศเหนือและใต้

4.7.1.2 เครื่องบังแดดทางตั้ง (Vertical Louvers) เช่น ครีบทางตั้ง , เกล็ดทางตั้ง บังแดดได้คล้ายรูป Radial Maskใช้สำหรับบังแดดด้านข้าง ใช้ได้ดีกับการกันแดดทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

4.7.1.3 เครื่องบังแดดแบบตาตาราง (Egg-crate Types) เป็นแบบผสมทั้งทางตั้งและทางนอน เงาที่ได้รับจะเป็นแบบรวม



ภาพที่ 4.10 แสดงรูปแบบของอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ ที่สัมพันธ์กับการเกิดหน้ากากเงา[1]

---

[1] Jan F. Kreider and Frank Kreith. **Solar Heating and Cooling Active and Passive Design.** 2nd Edition. New York : 1982. p.150.

และจากการทดลองหามุมต่างๆ จากจุดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำกับผนังอาคารในพื้นที่ทางซีกโลกเหนือ (North Latitude) จะได้ลักษณะแผงบังแดดที่เหมาะสมตามทิศต่างๆ ดังนี้

- ทิศใต้และบริเวณโดยรอบทางทิศใต้ของอาคารแผงบังแดดควรเป็นแผงบังแดดทางนอน
- ทิศตะวันออกและตะวันตกของอาคารควรใช้แผงบังแดดทางตั้ง ถ้าเป็นแผงชนิดปรับมุมได้ จะบังแดดได้ทุกเวลา
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ควรใช้แบบตาตาราง
- ทิศเหนือ ควรใช้แผงบังแดดทางตั้งและควรมีแผงบังแดดทางนอนสำหรับบางเดือน

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ

การเปรียบเทียบ	ประเภทของอุปกรณ์บังแดด		
	เครื่องบังแดดทางนอน	เครื่องบังแดดทางตั้ง	เครื่องบังแดดแบบตาราง
การป้องกันแสงแดด	1. ป้องกันแสงแดดได้ดีเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในมุมสูง 2. ไม่สามารถป้องกันแสงได้เมื่อมุมของดวงอาทิตย์ต่ำลงในเวลาบ่าย	1. ป้องกันแสงแดดได้ดีเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในมุมต่ำ 2. ไม่สามารถป้องกันแสงได้เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในมุมสูงในเวลากลางวัน	ป้องกันแสงแดดได้ดีในทุกช่วงเวลา
การป้องกันฝน	หากมีระยะยื่นจากผนังน้อยจะป้องกันฝนได้ไม่ดีในขณะที่มีลมพัด	ไม่สามารถป้องกันฝนได้	ป้องกันฝนได้ดี
ทิศทางที่เหมาะสม	เหนือและใต้	ตะวันออก ตะวันตก และเหนือสำหรับบางเดือน	ทุกทิศทาง

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์บังแดดแบบตารางมีประสิทธิภาพดีกว่าอุปกรณ์บังแดดแบบอื่น สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมกับทิศในแต่ละด้าน

4.7.2 วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์บังแดด

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

4.7.2.1 การใช้งานแบบถาวร

อุปกรณ์บังแดดแบบนี้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คงทนถาวร ค่าก่อสร้างสูง แต่ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซมน้อย คุ้มค่ากว่าเมื่อคิดเปรียบเทียบกับระยะเวลา วัสดุเหล่านี้ได้แก่

1) คอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนใหญ่มักทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างอาคาร เนื่องจากมีความแข็งแรงรับน้ำหนักได้ดี เช่น ทำเป็นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างและผนังอาคารที่กันแดดไปในตัว วัสดุชนิดนี้มีความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศ สามารถทำเป็นกันสาดได้เกือบทุกลักษณะ ทั้งแผงทางตั้ง แผงทางนอน แผงโค้ง ชายคาที่ยื่นออกมาจากตัวอาคาร และอื่นๆ

2) โลหะประเภทอลูมิเนียมหรือเหล็กชุบอลูมิเนียม นิยมใช้ในลักษณะของชายคายื่นยาวออกมาเหนือหน้าต่าง เป็นเกล็ดบังแดดนอกหน้าต่างอีกชั้นหนึ่ง หรือเป็นมู่ลี่หมุนปรับมุมใช้บังแดดภายในอาคาร มีราคาสูง แต่มีน้ำหนักเบา เพราะสามารถทำได้บางมาก ติดตั้งง่าย ขนส่งสะดวก และสามารถทำเป็นแบบสำเร็จรูป

3) ไม้ ถึงแม้ธรรมชาติของไม้จะไม่ทนต่อแดดและฝน แต่ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์และน้ำยาเคลือบไม้เพื่อช่วยให้คงสภาพแข็งแรงได้นานขึ้น การก่อสร้างทำได้ง่าย ใช้ในลักษณะบานพลิก บานเกล็ดทางตั้งและทางนอน หรือตีเว้นร่องห่างแบบไม้ระแนง

4) กระเบื้องกระดาษหรือกระเบื้องซีเมนต์แอสเบสตอส เป็นวัสดุที่ไม่ผุกร่อนง่าย ทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ แต่อาจแตกหักง่ายเมื่อถูกกระแทกแรงๆ มีทั้งแบบเรียบและแบบลอน ใช้กันแดดได้โดยมีโครงไม้หรือเหล็กรองรับ หรือเป็นแบบสำเร็จรูปติดตั้งกับอาคารได้เลย

5) โพลีกล๊าสและไฟเบอร์กล๊าส เป็นวัสดุสังเคราะห์ทางเคมีที่ผลิตขึ้นมาหลังสุด ใช้เป็นวัสดุมุงหลังคาบางส่วนและใช้เป็นแผงบังแดดได้ มีลักษณะพิเศษคือบังแดดและความร้อนแต่ให้แสงผ่านได้ มีหลายสี ทำให้แสงที่ผ่านทะลุมีสีสรรตามสีของโพลีกล๊าส นอกจากทำให้มีบรรยากาศแล้ว ยังสามารถทำรูปทรงต่างๆได้ตามต้องการ ข้อเสียคือโพลีกล๊าสที่คุณภาพดีสามารถทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้จะมีราคาสูงมาก ส่วนที่ราคารองลงมามักมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน เมื่อโดนความร้อนจากแดดอาจจะไหม้ร้าวเป็นริ้วและสีเปลี่ยนไปไม่ใสเหมือนเดิม

4.7.2.2 การใช้งานแบบชั่วคราว

เครื่องมือกันแดดแบบนี้จะมีอายุการใช้งานไม่นานนัก ชำรุดง่าย ต้องมีการซ่อมแซมและเปลี่ยนวัสดุอยู่เสมอ แต่มีราคาถูก ติดตั้งและรื้อถอนได้ง่ายและรวดเร็ว ให้ความรู้สึกบางเบาและบรรยากาศแบบพักผ่อนเป็นธรรมชาติ วัสดุเหล่านี้ได้แก่

1) ไม้ไผ่ ใช้ในลักษณะของมู่ลี่เป็นม้วน มีรอกติดกับชายคา ห้อยลงมาจากชายคาตรงๆ ดึงขึ้นลงได้ หรือจะเป็นแบบห้อยเฉยๆและใช้ไม้ค้ำยันก็ได้ ไม้ไผ่ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ บังแดดได้พอประมาณ แต่ไม่สามารถกันฝนได้

2) ใช้ในลักษณะเช่นเดียวกับไม้ไผ่ หรือใช้เป็นโครงสร้างเหล็กแบบหลังคาผ้าใบ มีความทนทานและกันฝนได้ดี ทำสีและเล่นชายผ้าเพิ่มความงามได้

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะให้ความสนใจกับวัสดุประเภทมีการใช้งานแบบถาวร เพราะมีอายุการใช้งานที่นานกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่าวัสดุที่มีการใช้งานแบบชั่วคราว โดยในขั้นต้นจะให้ความสำคัญกับวัสดุประเภทคอนกรีตเสริมเหล็กก่อน เนื่องจากสามารถเป็นทั้งโครงสร้างอาคารและผนังกันแดดไปในตัว มีความทนทาน ราคาไม่แพง อีกทั้งง่ายต่อการบำรุงรักษา ต่อจากนั้นจึงค่อยให้ความสนใจกับวัสดุประเภทอื่นต่อไป

4.7.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด

ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดตรงในช่วงเวลาที่ไม่ต้องการนั้น เราสามารถกำหนดเงาที่ต้องการบนเปลือกอาคารได้ และสามารถหาระยะของอุปกรณ์บังแดดได้จากการคำนวณ ทั้งนี้ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดดจะมีหลักในการพิจารณาดังนี้

4.7.3.1 ช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันแสงแดด

การป้องกันความร้อนจากแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์มีความจำเป็น โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงเกินสภาวะความสบาย โดยเฉพาะในเวลา 14.00 – 16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิจะมีค่าสูงสุดในแต่ละวัน สำหรับงานวิจัยนี้จะเน้นถึงการกันแดดในช่วงตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 16.00 น. ซึ่งจะนำมาเป็นช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันแสงแดดโดยตรง เพื่อไม่ให้ความร้อนจากแสงแดดตรงมาเพิ่มความร้อนให้กับอาคารในช่วงเวลาดังกล่าว

4.7.3.2 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันแสงแดด

สามารถพิจารณาได้จากมุม 2 มุม

1) มุมดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง (Solar Altitude Angle – α) เป็นมุมที่แสงแดดจากดวงอาทิตย์กระทำกับแนวระดับของพื้นโลกหรือระนาบของฟ้า[1] โดยมีค่ามุมอยู่ระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่ามุมพื้นฐาน 3 มุม คือ มุมดีคลิเนชั่น (Solar Declination Angle, DEC) ละติจูด (The Latitude, LAT) และชั่วโมงดวงอาทิตย์ (The Solar Hour Angle, HOUR)

1.1) มุมดีคลิเนชั่น คือ มุมที่เกิดจากการวัดค่าแปรเปลี่ยนของตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดู มุมนี้คล้ายกับค่ามุมละติจูด ที่ซึ่งตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะในวันที่ต้องการ ค่าของมุมนี้ในระหว่างหนึ่งปีจะอยู่ระหว่าง $\pm$ 23½° โดยในวันที่ 21 มิถุนายน จะเท่ากับ +23½° และจะมีค่าต่ำสุดในวันที่ 21 ธันวาคม คือเท่ากับ — 23½°

$$DEC = -23.45^{\circ} \cos.\left[0.986\,(DAY + 10.5)\right]$$

(เมื่อ DAY = จำนวนวันที่นับตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม)

1.2) ละติจูด

1.3) ชั่วโมงดวงอาทิตย์ คือจำนวนชั่วโมงระหว่างเที่ยงพระอาทิตย์และเวลาที่ต้องการ คูณกับค่าคงที่ 15°/ชั่วโมง ซึ่งค่าคงที่นี้มาจากความเร็วของดวงอาทิตย์ที่สามารถมองเห็นในรูปวงกลม 360 องศา ใน 24 ชั่วโมง หรือเท่ากับ 15 องศาต่อชั่วโมง

สูตรในการคำนวณหาค่ามุมดวงอาทิตย์ในแนวตั้งมีดังนี้

$$ALT = \sin^{-1}\left[\cos.(DEC).\cos.(LAT).\cos.(HOUR) + \sin(DEC).\sin(LAT)\right]$$

ซึ่งสูตรการคำนวณนี้สามารถใช้คำนวณหาเวลาที่พระอาทิตย์ขึ้นและตกได้โดยการกำหนดค่ามุมของดวงอาทิตย์ในแนวตั้งนี้ให้เท่ากับ "ศูนย์"

---

[1] Jan F. Kreider and Frank Kreith. **Solar Heating and Cooling Active and Passive Design.** 2nd Edition. New York : 1982. p.110.

2) มุมดวงอาทิตย์ในแนวราบ (Solar Azimuth Angle – V) เป็นมุมที่ระนาบดวงอาทิตย์ในแนวดิ่งที่ตั้งฉากกับพื้นโลกกระทำมุมกับแนวแกนทิศเหนือหรือใต้ของโลก (มุม α และ V_S) มุมนี้จะอ้างอิงกับทิศใต้ตลอดเวลา ถ้าวัดตามเข็มนาฬิกามุมนี้จะมีค่าเป็นบวก (+) และถ้าวัดทวนเข็มนาฬิกามุมนี้จะมีค่าเป็นลบ (-) ฉะนั้นค่าของมุมดวงอาทิตย์ในแนวราบจะอยู่ระหว่าง + 180° ถึง - 180° ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$AZ = \sin^{-1}\left[\frac{\cos.(DEC).\sin(HOUR)}{\cos(ALT)}\right]$$

โดย AZ = ผลต่างของค่ามุมอะซิมุธของดวงอาทิตย์ (V_S) และอะซิมุธของผนัง (V_W)
DEC = มุมดีคลิเนชั่น
ALT = ค่ามุมดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง

3) มุมที่ทำให้เกิดเงาบนผนัง คือ มุมที่แสงแดดกระทำกับอุปกรณ์บังแดด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ[1]

3.1) มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวตั้ง (Vertical Shadow Angle,θ_1) เป็นมุมที่แสงแดดกระทำกับอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ซึ่งมีผลต่อการเกิดเงาสูง – ต่ำ บนเปลือกอาคาร

3.2) มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวราบ (Horizontal Shadow Angle,θ_2) เป็นมุมที่แสงแดดกระทำกับอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง ซึ่งมีผลต่อการเกิดเงาซ้าย – ขวา บนเปลือกอาคาร

<u>การกำหนดเครื่องหมายและระยะช่วงค่าของ θ_1 และ θ_2</u> มีกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ค่ามุม θ_1 จะมีค่าเป็นบวก (+) เสมอ และมีค่าอยู่ระหว่าง 0° - 90°
   ถ้าค่าของมุมมีค่ามากกว่า 90° แสดงว่า ดวงอาทิตย์จะอยู่ด้านหลังของหน้าต่าง
2. ค่ามุม θ_2 จะมีค่าได้ทั้งบวก (+) และลบ (-) และมีค่าอยู่ระหว่าง -90° ถึง 90°
   ถ้าค่ามุมมีค่านอกเหนือจากนี้ แสดงว่าดวงอาทิตย์จะอยู่ด้านหลังของหน้าต่าง
   เครื่องหมาย + และ - ของ θ_2 เป็นดังนี้
   2.1 θ_2 จะมีค่าเป็นบวก (+) หมายถึงดวงอาทิตย์อยู่ทางขวามือของเส้นตั้งฉากของหน้าต่าง เมื่อมองออกจากหน้าต่าง
   2.2 θ_2 จะมีค่าเป็นลบ (-) หมายถึงดวงอาทิตย์อยู่ทางซ้ายมือของเส้นตั้งฉากของหน้าต่าง เมื่อมองออกจากหน้าต่าง

---

[1] สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. กรุงเทพฯ : มปส. 2532. หน้า 47.

4.7.3.3 การคำนวณระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดด[1]

แบบ Overhang

$$W = h / \tan \theta_1$$

แบบ Fin

$$W' = h' / \tan \theta_2$$

เมื่อ θ_1 = มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวตั้ง = $\tan^{-1}(\tan \alpha . \sec \theta_2)$

θ_2 = มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวนอน = $V_S - V_w$

α = มุมดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง (Altitude Angle)

V_S = มุมดวงอาทิตย์ในแนวราบ (Azimuth Angle)

V_w = มุมในแนวราบของเส้นตั้งฉากผนังที่ชี้ออกสู่ภายนอก (Normal Wall : N_w)

W, W′ = ระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดด

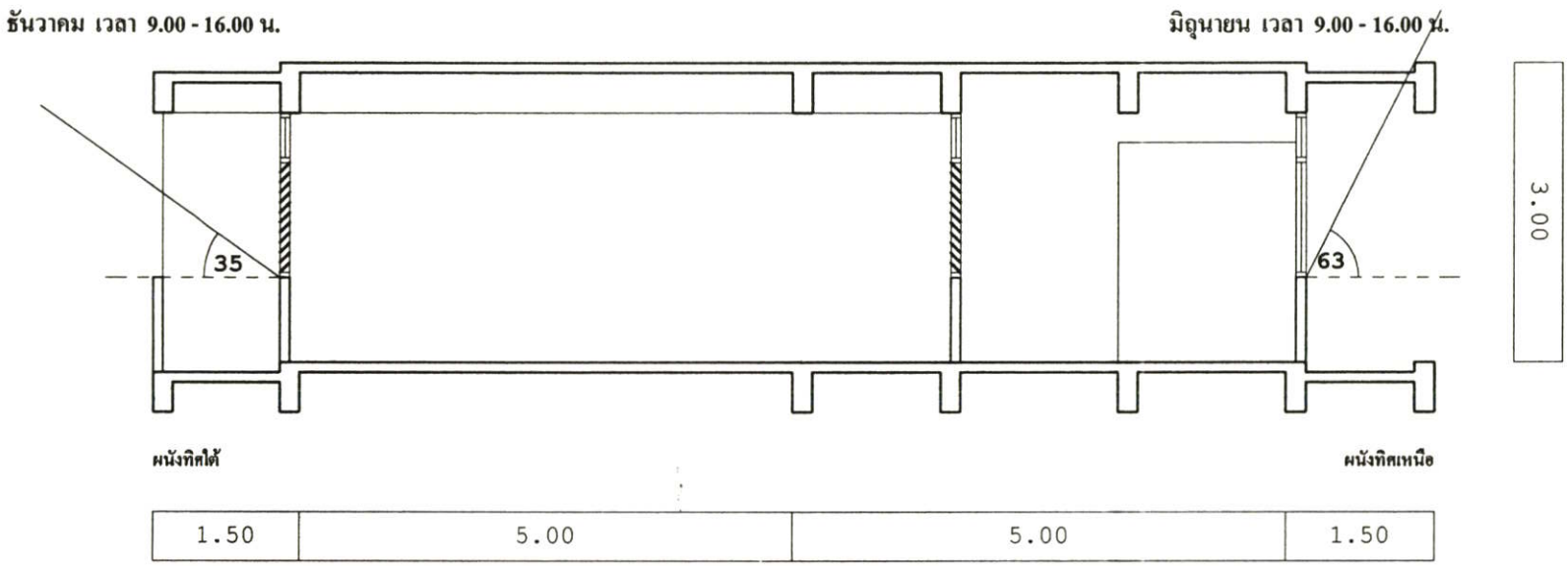
h , h′ = เงาที่เกิดขึ้นจากระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดบนผนัง (W, h = Overhang)

(W′, h′ = Fin)

ตารางที่ 4.9 แสดงการคำนวณระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดด

ทิศใต้		θ_1	θ_2	α	V_S	V_w	W	W′	h	h′
22 ธันวาคม	9.00 น.	46.5	-52.0	33	-52	0	1.10	1.20	1.16	1.53
ทิศใต้		θ_1	θ_2	α	V_S	V_w	W	W′	h	h′
22 ธันวาคม	16.00น	37.3	58.0	22	58	0	1.10	1.20	0.83	1.92
ทิศเหนือ		θ_1	θ_2	α	V_S	V_w	W	W′	h	h′
22 มิถุนายน	9.00 น.	73.4	72.0	46	252	180	1.10	1.20	3.70	3.70
ทิศเหนือ		θ_1	θ_2	α	V_S	V_w	W	W′	h	h′
22 มิถุนายน	16.00น	48.2	-71.0	20	109	180	1.10	1.20	1.23	3.48
ทิศตะวันออก		θ_1	θ_2	α	V_S	V_w	W	W′	h	h′
16 เมษายน	9.00 น.	45.0	0	45	270	270	1.10	-	2.00	-

[1] ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. เอกสารประกอบการบรรยายวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน 1. กรุงเทพฯ : มปส. มปป. หน้า 1.



ภาพที่ 4.11 แสดงรูปตัดห้องพัก (อาคารเดิม) และระยะอุปกรณ์บังแดดจากการคำนวณ

4.8 พระราชบัญญัติและกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง

4.8.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

หมวด 2 การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

มาตรา 17 การอนุรักษ์พลังงานในอาคารได้แก่การดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร

(2) การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

(3) การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงานตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ

(4) การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

(5) การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

(6) การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

(7) การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 18 การกำหนดอาคารประเภทใด ขนาด ปริมาณการใช้พลังงาน และวิธีการใช้พลังงานอย่างใดให้เป็นอาคารควบคุมให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา

มาตรา 19 เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนด

(1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารและการใช้พลังงานในอาคาร

(2) หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการประเมินหาค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร และการใช้พลังงานในอาคาร

(3) มาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อนและการให้ความร้อนในอาคาร

4.8.2 กฎกระทรวง (พ.ศ.2538) ว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม

หมวด 1 ขอบเขตการบังคับใช้

ข้อ 2 ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารเก่า" หมายความว่าอาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นของอนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา 18 มีผลบังคับใช้

"อาคารใหม่" หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา 18 มีผลบังคับใช้

หมวด 2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ข้อ 3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

(1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่าจะต้องมีค่าไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตรของหลังคา

(2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีค่าดังต่อไปนี้

(ก) สำหรับอาคารใหม่ ไม่เกินกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

(ข) สำหรับอาคารเก่า ไม่เกินกว่า 55 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนังด้านนอก

หมวด 4 การประเมินหาค่าการถ่ายเทความร้อน

ข้อ 6 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(1) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k)

ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของวัสดุใดๆ สามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุนั้นๆ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนภายใต้สภาวะคงที่อันหนึ่ง คือ ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ความหนา 1 หน่วยใน 1 หน่วยเวลา โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุทั้งสองด้าน 1 หน่วย ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีหน่วยเป็น วัตต์/ม.^{2}-$^{\circ}$ซ

(2) ความนำความร้อน (C)

ค่าความนำความร้อนของวัสดุใดๆ คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่อความหนาของวัสดุ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ $\frac{C}{\Delta x} = k$

เมื่อ Δx = ความหนาของวัสดุ (ม.) , C = ค่าความนำความร้อน (วัตต์ / ม^{2} - $^{\circ}$ซ)

(3) ความต้านทานความร้อน (R)

ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุใดๆ คือส่วนกลับของค่าความนำความร้อน ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ

$$R = \frac{1}{C} = \frac{\Delta x}{k}$$

เมื่อ R คือ ค่าความต้านทานความร้อน (ม^{2} - $^{\circ}$ซ)

(4) ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air Film)

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

ก. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร (R_o)

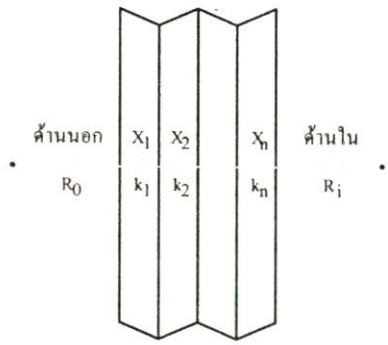
ข. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร (R_i)

ค. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนัง หลังคา และเพดาน (R_a)

สำหรับค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณ เพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุผนังหรือหลังคา ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

(5) ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)

(ก) ในกรณีที่ผนังอาคารประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด



ภาพที่ 4.12 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด

การคำนวณหาค่าความร้อนรวมของผนัง หลังคาและเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด สามารถคำนวณได้จากสมการ

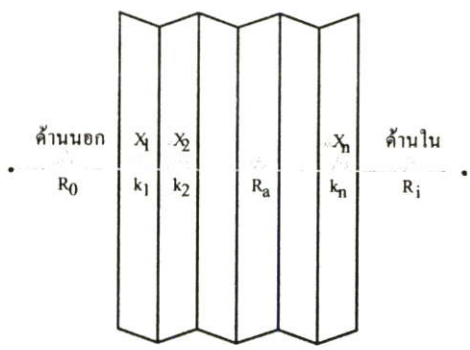
$$R_T = R_0 + \frac{\Delta X_1}{k_1} + \frac{\Delta X_2}{k_2} + \frac{\Delta X_3}{k_3} + \ldots + \frac{\Delta X_n}{k_n} + R_i$$

$\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \ldots, \Delta X_n$ คือ ความหนาของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นผนัง ชนิดที่ 1, 2, 3, ..., n ตามลำดับ

$k_1, k_2, k_3, \ldots\ldots, k_n$ คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1, 2, 3, ..., n ตามลำดับ

R_o, R_i คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอก และด้านในของผนังอาคารตามลำดับ

(ข) ในกรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ



ภาพที่ 4.13 แสดงสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด และมีช่องว่างอากาศภายใน

การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคาและเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด และผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$R_T = R_O + \frac{\Delta X_1}{k_1} + \frac{\Delta X_2}{k_2} + \frac{\Delta X_3}{k_3} + \ldots + R_a + \ldots + \frac{\Delta X_n}{k_n} + R_i$$

R_a คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนัง

(6) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$U = \frac{1}{R_T}$$

ข้อ 7 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

(1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการ

$$OTTV_i = (Uw)(1\text{-}WWR)(TDeq) + (Uf)(WWR)(\Delta T) + (SC)(WWR)(SF)$$

OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (W / m^2)

Uw คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ ($W/m^2.{}^\circ C$)

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และ/หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ ($^\circ C$)

Uf คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง ($W/m^2.{}^\circ C$)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor) ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสง และ/หรือผนังโปร่งแสง (W / m^2)

(2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกทั้งหมดของอาคาร (OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ให้คำนวณจากสมการ

$$OTTV = \frac{(A_{01})(OTTV_1) + (A_{02})(OTTV_2) + \ldots + (A_{0i})(OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

A_{0i} คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 7 (1)

(3) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน ให้คำนวณจากสมการ

$$RTTV_i = (Ur)(1\text{-}RSR)(TDeq) + (Urf)(RSR)(\Delta T) + (SC)(RSR)(SF)$$

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่พิจารณา (W / m^2)

Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนทึบ ($W / m^2.^\circ C$)

RSR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคาต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคาส่วนทึบ ($^\circ C$)

Urf คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง ($W / m^2.^\circ C$)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ที่ผ่านส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา (W / m^2)

(4) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน ($RTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการ

$$RTTV = \frac{(A_{01})(RTTV_1) + (A_{02})(RTTV_2) + \ldots + (A_{0i})(RTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \ldots + A_{0i}}$$

4.8.3 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม[1]

เรื่อง ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 6(1) (4) และข้อ 7(1) (3) แห่งกฎกระทรวง (พ.ศ.2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จึงออกประกาศดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุต่างๆ ที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางต่อไปนี้

---

[1] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. **พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 และกฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม.** กรุงเทพฯ : ทีซีจี พริ้นติ้ง. หน้า 17.

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น (ก.ก. / ม^3)	ค่า k (วัตต์ / ม - °ซ)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสทอส	720	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอลฟัลต์	2240	1.226
4	บิตูเมน (Bitumen)	0	1.298
5	อิฐ		
	(ก) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	1760	0.807
	(ข) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(ค) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่างๆ	960	0.303
		1120	0.346
		1280	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (Fiber Board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ใยแก้ว)		
	(ก) แบบม้วน (Blanket)		0.038
	(ข) แบบแผ่น (Rigid Board)		0.033
	(ค) แบบท่อสำเร็จ (Rigid Pipe Sections)		0.038
11	แผ่นกระจก	2512	1.053
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิบซัม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(ก) มาตรฐาน	1024	0.216
	(ข) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	(ก) โลหะผสมของอลูมิเนียมแบบธรรมดา	2672	211
	(ข) ทองแดงที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385
	(ค) เหล็กกล้า	7840	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	32 - 104	0.035 – 0.032

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น (ก.ก. / ม^3)	ค่า k (วัตต์ / ม - $^\circ$ซ)
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
	(ก) ยิบซัม	880	0.191
	(ข) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(ค) เพอร์ไลต์	616	0.115
	(ง) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(จ) เวอร์มิคิวไลต์	640 – 960	0.202 – 0.303
18	โพลีสไตรีนเบ่งขยายตัว	16	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้องหลังคา	1890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80 - 112	0.065
26	ไม้อัดชีปบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง , กรวดล้าง	2245	0.115

ข้อ 2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ สำหรับวัสดุใดๆ จะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีที่ผิวของวัสดุนั้น วัสดุที่มีผิวด้านและไม่สะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง วัสดุที่มีผิวมันและมีผิวสะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคาและเพดาน ได้กำหนดไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($ม^2 - ^\circ ซ$ / วัตต์)
ก. กรณีของผนังอาคาร	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก (R_o)	
(ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข. กรณีของหลังคา	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i)	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1 หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.148
ข.1.1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.133
ข.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
ข.1.2.1 หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.595
ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.391
ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา (R_o)	
(ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง และเอียงทำมุมใดๆ)	0.055

หมายเหตุ

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำใช้กับกรณีที่ผิวผนังหรือหลังคาเป็นผิวสะท้อนแสง เช่น ผนังหรือหลังคาที่มีการติดแผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับกรณีทั่วไปให้ถือเป็นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง

(2) กรณีที่หลังคาเอียงทำมุมระหว่าง 0° ถึง 22.5° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วง (interpolation) ระหว่างค่าที่ 0° และ 22.5°

(3) กรณีที่หลังคาเอียงทำมุมระหว่าง 22.5° ถึง 45° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 22.5° และ 45°

(4) กรณีที่หลังคาเอียงทำมุมมากกว่า 45° ให้ใช้ค่าที่ 45° ได้โดยตรง

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($ม^2$ - °ซ/วัตต์)		
	5 ม.ม.	20 ม.ม.	100 ม.ม.
ก. กรณีช่องว่างในผนัง			
ก.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ก.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606
ข. กรณีช่องว่างอากาศในหลังคา			
ข.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
ข.1.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.110	0.148	0.174
ข.1.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
ข.1.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45.0° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
ข.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ข.2.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
ข.2.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45.0° กับแนวระดับ	0.250	0.570	0.768
ค. กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1 ช่องว่างของอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458		
ค.2 ช่องว่างของอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356		

หมายเหตุ

(1) ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ใช้กับกรณีที่ผิวด้านใดด้านหนึ่งหรือทุกด้านในช่องว่างอากาศเป็นผิวสะท้อนแสง เช่น กรณีที่มีการติดแผ่นอลูมิเนียมในช่องว่างอากาศ เป็นต้น สำหรับในกรณีทั่วไปให้ถือว่าช่องว่างอากาศมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง

(2) กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมระหว่าง 0° ถึง 22.5° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่า ที่ 0° ถึง 22.5°

(3) กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมระหว่าง 22.5° ถึง 45° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 22.5° ถึง 45°

(4) กรณีที่ช่องว่างอากาศเอียงทำมุมมากกว่า 45° กำหนดให้ใช้ค่าที่ 45° ได้โดยตรง

(5) กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่าระหว่าง 0 – 5 ม.ม. ให้ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ความหนา 0 ม.ม. กับ 5 ม.ม.

(6) กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่าระหว่าง 5 – 20 ม.ม. และ 20 – 100 ม.ม. ให้ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 5 ม.ม. กับ 20 ม.ม. และ 20 ม.ม. กับ 100 ม.ม. ตามลำดับ

(7) กรณีที่ความหนาของช่องว่างอากาศมีค่ามากกว่า 100 ม.ม. กำหนดให้ใช้ค่าที่ความหนา 100 โดยตรง

4.9 การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การประเมินผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร มีมาตรฐาน 3 ลักษณะ คือ

1. Prescriptive Standard มีลักษณะเป็นคู่มือและใบสั่งงานที่กำหนดให้ออกแบบตามรายละเอียดที่ให้ไว้ ซึ่งมีความสะดวก เข้าใจง่าย แต่ทำให้การออกแบบไม่มีอิสระเท่าที่ควร
2. Calculation – based Standard ใช้การคำนวณเพื่อคาดการณ์ถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
3. Performance – based Standard ใช้การเก็บข้อมูลจากอาคารจริงที่สร้างเสร็จแล้ว เหมาะสำหรับการปรับปรุงมาตรฐานอาคารที่มีอยู่จริง

จากการศึกษา พบว่า มาตรฐานที่ใช้แพร่หลายที่สุดคือมาตรฐานที่ใช้การคำนวณ แต่ในทางปฏิบัติพบว่าการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคารค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณขึ้นอยู่กับการแบ่งรายละเอียดของพื้นที่กรอบอาคารและการใช้ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณซ้ำๆ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง ลดความซับซ้อนของการคำนวณ มีมาตรฐาน และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทำให้การใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงาน (Energy Simulation Program) เข้ามาช่วยในการคำนวณจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ในปัจจุบันโปรแกรมดังกล่าวมีอยู่หลายโปรมแกรม ในที่นี้จะขอกล่าวถึง 4 โปรมแกรม คือ

4.9.1 DOE2 โดยมหาวิทยาลัยแมสซาจูเซตต์ ประเทศสหรัฐอเมริกา

4.9.2 OTTV/RTTV Calculation Version 1.2

โดย กูสกานา กูบาฮา และพัฒนะ รักความสุข อาจารย์คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เผยแพร่โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

4.9.3 Q-Save SFG-OTTV Calculation Program โดยบริษัท สยามไฟเบอร์กลาส จำกัด

4.9.4 OTTV Version 1.0a โดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาพบว่า โปรแกรม DOE2 มีความยากในการใช้งานมาก เนื่องจากต้องใช้ภาษาทางวิศวกรรมทั้งหมด อีกทั้งความต้องการของระบบปฏิบัติการต้องใช้งบประมาณสูง ส่วนโปรแกรม OTTV/RTTV Calculation v1.2 ก็มีความยุ่งยากเช่นกัน เนื่องจากจะต้องใช้การคำนวณด้วยเครื่องคำนวณควบคู่กันไปด้วย ส่วนโปรแกรม Q-Save จะมีความสะดวกในการป้อนข้อมูลมากกว่า แต่เมื่อเทียบกับโปรแกรม OTTV v1.0a แล้ว พบว่าโปรแกรม OTTV v1.0a จะได้เปรียบทางด้านการแสดงผลให้เห็นถึงแนวโน้มการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร การประเมินค่าไฟฟ้า และการวิเคราะห์การลงทุนในการปรับปรุงกรอบอาคาร ซึ่งมีผลให้ผู้ออกแบบหรือผู้ลงทุนได้เห็นภาพรวมในการปรับปรุงกรอบอาคารได้ชัดเจนขึ้น จากข้อได้เปรียบที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้โปรแกรม OTTV v1.0a มาช่วยในการคำนวณและประเมินผลสำหรับงานวิจัยนี้

นอกจากการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคารด้วยโปรมแกรมดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยยังได้เลือกใช้โปรมแกรม **ARCHIPAK Version 6.0** โดย ศจ.เอส วี โซโคเลย์ (S.V.Szokolay) แห่งมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ (University of Queensland) ประเทศออสเตรเลีย มาช่วยในการประเมินผลสำหรับสภาพอากาศที่มีผลกับการถ่ายเทความร้อนสำหรับการออกแบบเปลือกอาคาร ซึ่งสามารถแสดงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารได้ โดยโปรแกรมนี้ จะประกอบด้วยส่วนฐานข้อมูล 3 ส่วน คือ CLIMDATA MATDATA และ ELEMDATA และประกอบด้วยส่วนโปรแกรม 7 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือ CLIMATE เป็นโปรแกรมสำหรับช่วยในการออกแบบเบื้องต้น (Pre–design) จากการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศโดยมีพื้นฐานจากวิธีการคิดแบบตารางมาโฮนีย์ (Mahoney Table) ส่วนที่สองคือ CLIMANAL เป็นโปรมแกรมวิเคราะห์สภาพอากาศที่ละเอียดมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากแผนภูมิไซโครเมตริกและสามารถพล็อต (Plot) ขอบเขตสภาวะน่าสบายได้ ส่วนที่สามคือ TIMELAG เป็นการคำนวณช่วงเวลาการเคลื่อนที่ของความร้อนจากผิววัสดุด้านหนึ่งทะลุผ่านไปถึงผิววัสดุด้านตรงกันข้าม (การหน่วงความร้อน) สำหรับผนังหลายชั้น (Multi-layer) และหลังคา ส่วนที่สี่คือ SUNCALC เป็นโปรมแกรมสำหรับการคำนวณตำแหน่งของดวงอาทิตย์และมุมของการบังเงา ส่วนที่ห้า คือ ACTSYS เป็นโปรแกรมสำหรับประเมินคุณสมบัติของระบบความร้อนภายในอาคาร ส่วนที่หกคือ QBALANCE เป็นโปรแกรมสำหรับคำนวณการไหลของความร้อน (Heat Flow) ภายในอาคาร ซึ่งข้อมูลที่ต้องการใช้ในส่วนนี้ ได้แก่ ข้อมูลเปลือกอาคาร ทิศทาง อุณหภูมิ และเดือนที่ต้องการหาค่าโดยการคำนวณจะอาศัยพื้นฐานของ Steady – state Model เมื่อทำการป้อนค่าแล้วจะทำการบันทึกเป็นไฟล์บิลดิ้ง (*.BLD) โดยผลที่ได้รับ (Output) จากการคำนวณนี้จะแสดงในโปรแกรมส่วนสุดท้ายคือ HARMON ซึ่งจะแสดงชื่อไฟล์ ที่ตั้ง (Location) เดือนที่คำนวณ ข้อมูลเปลือกอาคาร ค่าการสะท้อนของพื้น (Ground Reflectance) และค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร โดยผู้วิจัยจะนำค่าความแตกต่างดังกล่าวไปใช้เปรียบเทียบระหว่างอาคารที่นำเสนอกับอุณหภูมิที่วัดได้จริงจากอาคารเดิม

บทที่ 5

ภาคการออกแบบ

ขั้นตอนการออกแบบ (Design Process)

การออกแบบต้องตอบสนองหลายอย่างไม่ใช่เฉพาะสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร ความสวยงาม ความคงทนถาวร ราคาค่าก่อสร้าง ฯลฯ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการออกแบบไว้ดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้ง (Site Investigation) ประกอบด้วย

1. การเก็บบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศขอบเขตพื้นที่ (Macro Climate)
2. การศึกษาสภาพแวดล้อมอื่นๆ (Surrounding) และข้อกำหนดทางกฎหมายและเทศบัญญัติ (Codes and Standards)
3. การศึกษาลักษณะภูมิอากาศเฉพาะของที่ตั้ง (Micro Climate)
4. การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของที่ตั้ง (Bio-climatic Analysis) โดยใช้เครื่องมือดังนี้
   (1) แผนภูมิไบโอไคลเมติก ของออล์จัย กล่าวถึงการเคลื่อนไหวของอากาศ แต่ข้อเสียคือใช้อุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่านั้น
   (2) แผนภูมิไซโครเมตริก ของจิโวนี เป็นการรวมกันระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิ ความชื้น สภาวะน่าสบาย และกลวิธีออกแบบ (Design Strategies)
   (3) ตารางมาโฮนีย์ (Mahoney Table) ของมาโฮนีย์ เป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบตาราง

2. การพิจารณาลักษณะการใช้สอยของอาคาร

ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาวะน่าสบายของผู้ใช้สอยอาคารเฉพาะกลุ่มที่แตกต่างออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจกรรมและความต้องการเฉพาะของผู้ใช้ ในกรณีที่ผู้ออกแบบไม่คุ้นเคยกับที่ตั้ง การศึกษาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นจะช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบให้ลักษณะการใช้สอยของอาคารมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม

3. การออกแบบโครงร่าง (Schematic Design)

1. เริ่มต้นงานออกแบบโดยการกำหนดโซน (Zone) ขององค์ประกอบ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ สิ่งแวดล้อม มุมมอง ทัศนียภาพ ฯลฯ
2. กำหนดทิศทางการวางตำแหน่งและรูปทรงของอาคารที่เหมาะสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย
3. กำหนดการจัดวางผัง (Planning) ในอาคาร ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงลักษณะและช่วงเวลาการใช้งาน

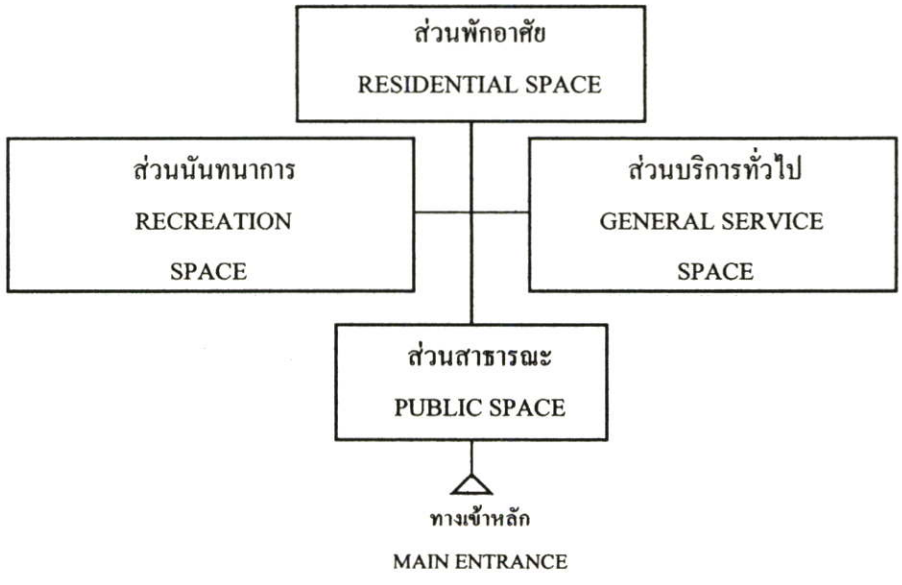
4. การออกแบบรายละเอียด (Detailed Design)

1. การควบคุมความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดยการออกแบบหน้าต่าง และอุปกรณ์บังแดดให้เหมาะสม
2. การออกแบบการไหลเวียนของอากาศและการระบายอากาศให้เพียงพอกับสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร
3. การเลือกใช้โครงสร้าง วัสดุประกอบอาคาร รวมถึงฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม

สำหรับขั้นตอนการออกแบบที่ 1 ผู้วิจัยได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 และ 3 ดังนั้นในบทนี้จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะขั้นตอนการออกแบบที่ 2 ถึงขั้นตอนการออกแบบที่ 4 เท่านั้น โดยจะกล่าวถึงการพิจารณาลักษณะการใช้สอยของอาคารเป็นอันดับแรก เนื่องจากการศึกษาดังกล่าวจะทำให้สามารถกำหนดองค์ประกอบและทราบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของโครงการได้ เพื่อนำไปสู่การกำหนดโซนและการจัดวางผังในอาคารต่อไป ซึ่งทั้งนี้จะพิจารณาประกอบกับผลของการศึกษาจากบทที่ 3 และบทที่ 4 ด้วย

5.1 ลักษณะการใช้สอยและองค์ประกอบของโครงการ

งานวิจัยนี้จะกำหนดลักษณะการใช้สอยของอาคารให้เป็นไปตามลักษณะที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเราสามารถกำหนดองค์ประกอบส่วนต่างๆของโครงการออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้



ภาพที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของโครงการ

5.1.1 ส่วนสาธารณะ (Public Space)

โถง (Lobby)

จะมีการใช้งานเกิดขึ้นหลายอย่าง เป็นต้นว่า เป็นสถานที่ติดตั้งรายชื่อผู้พักอาศัยที่ผนัง เป็นที่ติดต่อแขกผู้มาเยี่ยมกับผู้พักอาศัย หรือใช้เป็นที่พักคอยการพบปะระหว่างแขกผู้มาเยี่ยมกับผู้พักอาศัย และเป็นสถานที่ที่ผู้พักอาศัยสามารถเดินออกมารับจดหมายจากตู้ไปรษณีย์ในอาคาร หากอาคารเป็นรูปแบบของการเดินขึ้นที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก จะมีโถงที่มีลักษณะเป็นแค่ช่วงพัก (Vestibule) ที่มีเครื่องมือสื่อสารภายใน (Intercom) และตู้ไปรษณีย์ และจะไม่มีเฟอร์นิเจอร์อื่นใดอยู่ในพื้นที่ส่วนนี้เลย ในบางกรณี โถงนี้จะถูกใช้เป็นจุดตรวจ (Checkpoint) เพื่อรักษาความปลอดภัยในอาคาร ยกตัวอย่างจากหนังสือของ ออสการ์ นิวแมน (Oscar Newman) ที่เขียนหนังสือ *"หลักการออกแบบสเปสที่ปลอดภัย" (Defensible Space Principles)* โดยเสนอความคิดให้โถงอาคารหันหน้าออกถนนและพยายามให้ประตูทางเข้าโถงสามารถมองเห็นได้จากด้านนอก ทำให้เกิดการสอดส่องดูแลจากเพื่อนบ้านได้

ตู้ไปรษณีย์

สำหรับอาคารที่มีจำนวนห้องพักไม่มากสามารถจะมีตู้ไปรษณีย์แบบ "ใส่จดหมายด้านหน้า" (Front Loading) ได้ แต่สำหรับอาคารที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมาอาจเลือกแบบ "ใส่จดหมายจากทางด้านหลัง" (Rear Loading) ได้ ซึ่งในกรณีนี้จะต้องเตรียมห้องเล็กๆไว้ทางด้านหลังของตู้ไปรษณีย์เพื่อให้พนักงานไปรษณีย์ได้ปฏิบัติงานดังกล่าว ในการออกแบบตู้ไปรษณีย์ที่ผนังนี้จะต้องระลึกเสมอถึงแนวแถวของตู้ที่เรียงตั้งกันอยู่ มิให้สูงเกินไปที่จะหยิบถึง จะต้องเรียงซ้อนกันหยิบได้สะดวกสบาย นอกจากนี้สถาปนิกจำเป็นต้องเรียนรู้ระบบและขั้นตอนของการรับไปรษณีย์และพัสดุภัณฑ์ของไปรษณีย์ด้วย

ใต้ถุนโล่ง เป็นพื้นที่อเนกประสงค์สำหรับแขกผู้มาเยี่ยมเยือน

ห้องน้ำ สำหรับแขกผู้มาเยี่ยมเยือน

5.1.2 ส่วนพักอาศัย (Residential Space)

โดยทั่วไปจำนวนเพื่อนร่วมห้องพักมักมีจำนวนไม่เกิน 4 คน / ห้องพัก ส่วนขนาดของห้องพัก สถาบัน Central Building Research Institute ได้กำหนดไว้เป็นหลักเกณฑ์ดังนี้

ก) ห้องพักเดี่ยวให้ใช้พื้นที่ 6.6 – 6.9 ตารางเมตร / นักศึกษา

ข) ห้องพัก 2 คน ให้ใช้พื้นที่ 5.9 – 6.3 ตารางเมตร / นักศึกษา

ค) ห้องพัก 3 คน ให้ใช้พื้นที่ 5.6 – 6.0 ตารางเมตร / นักศึกษา

ทั้งนี้จะต้องมีส่วนกว้างหรือยาวไม่ต่ำกว่า 2.50 เมตร และพื้นที่รวมของห้องพักทั้งหมดจะต้องไม่น้อยกว่า 9.00 ตารางเมตร / ห้องพัก และตามตารางข้อแนะนำของ HUD (Minimum Property Standards ปี ค.ศ. 1973) ที่วิเคราะห์ถึงขนาดของเฟอร์นิเจอร์ขั้นต่ำที่มีความเหมาะสมดังนี้

เตียงนอนคู่ (Twin Bed) 2 เตียง ขนาด 3'-3" x 6'-6" หรือ 1.00 x 2.10 เมตร

โต๊ะแต่งตัว (Dresser) 1 ตัว ขนาด 1'-6" x 4'-4" หรือ 0.45 x 1.30 เมตร

โต๊ะเขียนหนังสือ (Desk) 1 ตัว ขนาด 1'-8" x 3'-6" หรือ 0.50 x 1.10 เมตร

เก้าอี้สำหรับโต๊ะเขียนหนังสือ 1 ตัว ขนาด 1'-6" x 1'-6" หรือ 0.45 x 0.45 เมตร

ตู้เสื้อผ้า (Closets) 1 ตู้ ความยาวเส้นตรงขั้นต่ำ 1.525 เมตร ลึก 0.60 – 0.65 เมตร

ระเบียง (Balconies)

จำเป็นต้องมีขนาดที่กว้างเพียงพอสำหรับการใช้สอย ซึ่งโดยทั่วไปไม่ควรมีขนาดกว้างน้อยกว่า 1.50 เมตร และควรมีขอบระเบียงที่สูงไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร อีกทั้งจำเป็นต้องเป็นพื้นที่ๆมีภาวะการเป็นส่วนตัว (Privacy)[1] อย่างเพียงพอด้วย

ห้องน้ำ (Bathrooms) แยกออกเป็น 3 แบบดังนี้

ก) ห้องน้ำแบบรวม

โดยทั่วไปหากเป็นห้องน้ำแบบรวม จะตั้งอยู่บริเวณริมทางสัญจรภายในอาคารหอพักและมักมีขนาดใหญ่ ประตูห้องน้ำจะเปิดออกสู่ทางสัญจรโดยตรง ภายในห้องน้ำประกอบด้วยกลุ่มของสุขภัณฑ์ 4 ชนิด คือ ที่ปัสสาวะ โถส้วม อ่างล้างมือ และที่อาบน้ำ ลักษณะที่สำคัญของห้องน้ำแบบรวมนี้คือ ผู้ใช้สอยจะเป็นกลุ่มของนักศึกษาที่พักอาศัยในห้องพักต่างๆภายในหอพักนั้น ซึ่งสถาบัน Central Building Research Institute ได้ทำการศึกษาถึงจำนวนของผู้ใช้สอยต่อสุขภัณฑ์ในอาคารหอพักนักศึกษา โดยเสนอหลักเกณฑ์ไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบดังนี้

1 สุขา (โถส้วม)	สำหรับนักศึกษา	10	คน
1 ที่ปัสสาวะ	สำหรับนักศึกษา	20 – 24	คน
1 อ่างล้างมือ	สำหรับนักศึกษา	10 – 12	คน
1 ที่อาบน้ำ	สำหรับนักศึกษา	8 – 10	คน

การกำหนดสำหรับห้องน้ำแบบรวมนี้ ทางสถาบัน Central Building Research Institute ได้กำหนดพื้นที่ใช้สอยไว้ประมาณ 0.55 – 0.83 ตารางเมตร / นักศึกษา และจากการศึกษาพบว่า ระยะทางเดินที่ไกลที่สุดเพื่อไปยังห้องน้ำรวมนั้น ไม่ควรเดินเกิน 7 – 8 ห้องพัก[2]

ข) ห้องน้ำแบบแยกเป็นห้องย่อยๆขนาดเล็กอยู่ภายนอกห้องพัก

โดยทั่วไปห้องน้ำแบบนี้จะตั้งอยู่บริเวณริมทางสัญจรภายในอาคารหอพักและมักมีขนาดเล็ก ประตูห้องน้ำนี้เปิดออกสู่ทางสัญจรโดยตรง ภายในห้องน้ำประกอบด้วยที่ปัสสาวะ โถส้วม อ่างล้างมือ และที่อาบน้ำ ลักษณะที่สำคัญของห้องแบบนี้คือ ผู้ใช้สอยจะเป็นกลุ่มของนักศึกษาที่พักอาศัยในห้องพักบริเวณที่ใกล้เคียงกับห้องน้ำนั้น

ค) ห้องน้ำแบบแยกเป็นห้องย่อยๆขนาดเล็กอยู่ภายในหรือติดกับห้องพัก

---

[1] อนุสรณ์ จ้วงพานิช. ข้อพิจารณาในการออกแบบอาคารอพาร์ทเม้นท์ (คำราประกอบการเรียนวิชาออกแบบสถาปัตยกรรม). กรุงเทพฯ : มปส. 2538. หน้า 25.

[2] Central Building Research Institute. "University Hostels". Planning Considerations. (India. 1969). pp.2

โดยทั่วไปห้องน้ำแบบนี้จะตั้งอยู่ติดกับตัวห้องพักและมักมีขนาดเล็ก ประตูห้องน้ำเปิดสู่ห้องพักได้โดยตรง ภายในห้องน้ำประกอบด้วยที่ปัสสาวะ โถส้วม อ่างล้างมือ และที่อาบน้ำ ลักษณะสำคัญของห้องแบบนี้คือ ผู้ใช้สอยจะเป็นกลุ่มของนักศึกษาที่พักอาศัยในห้องพักที่ติดกับห้องน้ำนี้เท่านั้น

5.1.3 ส่วนนันทนาการ (Recreation Space)

พื้นที่นันทนาการสามารถเป็นไปในลักษณะของที่นั่งเล่นกลางแจ้ง เงียบสงบ แต่มีร่มเงาและมีการเตรียมการส่องสว่างสำหรับยามค่ำคืน

ลานดาดฟ้าบนหลังคา (Roof Terrace)

สามารถใช้เป็นส่วนนันทนาการได้ แต่พื้นที่ส่วนนี้ต้องมีการจัดแก้ไขทัศนียภาพ เช่น ฉากบังปล่องท่อต่างๆ อุปกรณ์ให้แสงสว่าง แผงกันลม ควรมีที่บังแดดบังฝน และควรมีห้องน้ำสาธารณะอยู่ใกล้พื้นที่ด้วย

ห้องซักผ้า (Laundry Room)

ในต่างประเทศถือว่าเป็นแหล่งดึงดูดทางสังคมพอควรหากเทียบกับสเปสนันทนาการในส่วนอื่น จะต้องมีกลุ่มเฟอร์นิเจอร์ที่เพียงพอ และต้องมีทางต่อเนื่องกับห้องน้ำสาธารณะของอาคารด้วยเช่นเดียวกัน แต่ต้องพิจารณาถึงว่าพื้นที่ส่วนนี้จะต้องได้รับแสงสว่างจากภายนอกในเวลากลางวันด้วยส่วนซักล้าง

แนวคิดในการจัดการในส่วนนี้คือ ควรให้ทุกหน่วยมีส่วนซักล้างและเครื่องอบผ้าในส่วนของตัวเอง แต่สำหรับอาคารที่อยู่รวมกันหลายหน่วยคงเป็นไปได้ลำบาก สาเหตุเป็นเพราะจะทำให้การลงทุนสร้างอาคารสูงขึ้น และในเวลาเดียวกันอาจไม่มีพื้นที่พอที่จะกระทำเช่นนั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดคือจัดส่วนซักผ้าหรือซักล้างให้อยู่รวมกันอยู่ตำแหน่งเดียว ซึ่งสามารถจะติดตั้งเครื่องซักและอบผ้าได้มากเครื่องกว่า และประเด็นที่สำคัญอีกอย่างคือการจัดห้องซักล้างไว้ในแต่ละชั้นนอกจากเป็นการไม่ประหยัดแล้ว ยังอาจสร้างปัญหาเรื่องเสียง กลิ่น และความสั่นสะเทือนได้ด้วย

ในทางกายภาพแล้ว ชั้นใต้ดิน พื้นชั้นล่างระดับดิน และชั้นดาดฟ้า เหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่ส่วนซักล้างมากที่สุด เพราะสามารถรับแสงแดดได้ แต่ไม่ว่าจะอยู่ตำแหน่งใดของตัวอาคาร จะเห็นได้ว่าส่วนซักล้างนี้ควรที่จะอยู่ใกล้ลิฟต์หรือโถงบันได และควรมีห้องน้ำที่อยู่ใกล้ติดต่อถึงกัน ภายในควรประกอบด้วยเครื่องที่สามารถซักล้าง (Automatic Washing Machine) ด้วยตนเองได้ โดยอาศัยการหยอดเหรียญ เป็นต้นว่าเครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า และจำเป็นต้องมีอ่างซักด้วยมือ พื้นที่สำหรับโต๊ะพับผ้า และพื้นที่สำหรับนั่งพักคอย อาจมีการเสริมเพิ่มเอาตู้เครื่องดื่ม สบู่ น้ำยาซักผ้า ฯลฯ พื้นที่หลังเครื่องอบผ้า จะต้องมีขนาด 0.90 ม. เพื่อไว้ซ่อมแซม และเว้นหลังเครื่องซักผ้าประมาณ 0.45 ม. สำหรับอุปกรณ์เครื่องปั๊มน้ำ ท่อน้ำระหว่างแถวของเครื่องซัก ทั้งนี้

จำนวนเครื่องซักและอบผ้าต้องมีสัดส่วนพอดีกับจำนวนห้องพัก โดยโครงการที่มีห้องพัก 20 หน่วย จะประเมินจำนวนเครื่องจาก เครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้าอย่างละหนึ่งชุดต่อห้องพัก 7 หน่วย สำหรับโครงการที่มีห้องพักอยู่ระหว่าง 20 - 50 หน่วย จะประเมินจำนวนเครื่องจาก เครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้าอย่างละหนึ่งชุดต่อห้องพัก 10 หน่วย สำหรับโครงการที่มีห้องพักอยู่ระหว่าง 50 - 100 หน่วย จะประเมินจำนวนเครื่องจาก เครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้าอย่างละหนึ่งชุดต่อห้องพัก 15 หน่วย สำหรับโครงการที่มีห้องพักมากกว่า 100 หน่วย จะประเมินจำนวนเครื่องจากเครื่องซักผ้าหนึ่งชุดต่อห้องพัก 20 หน่วย และเครื่องอบผ้าหนึ่งชุดต่อห้องพัก 40 หน่วย ส่วนขนาดของห้องซักล้างนี้ ให้คิดคำนวณจากพื้นที่ใช้สอยของเครื่องอุปกรณ์ ประมาณ 2.32 ตารางเมตร ต่อ 1 เครื่อง

ห้องพบปะสังสรรค์ (Meeting Room)

เป็นพื้นที่สำหรับพบปะกันของผู้พักอาศัย ควรเป็นพื้นที่อเนกประสงค์และมีห้องน้ำแยกออกไป ในการคิดคำนวณพื้นที่ควรอยู่ในสัดส่วนประมาณ 1.40 ตารางเมตร / หน่วยพักอาศัย

ห้องเกมส์ (Games Room)

ในส่วนนันทนาการมีไว้สำหรับเล่นไพ่ สนุกเกอร์ ปิงปอง และควรอยู่ใกล้ห้องพบปะสังสรรค์

5.1.4 ส่วนบริการทั่วไป (General Service Space)

ห้องเก็บของ (Storage)

ในอาคารควรที่จะมีสถานที่ไว้เก็บของหรือสัมภาระของผู้พักอาศัยที่ไม่ใช้ในห้องพักแล้ว เป็นต้นว่า กระเป๋าเดินทาง กล่องใส่สิ่งของ และอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นล็อคเกอร์ของผู้พักอาศัย (Tenant Lockers) มีพื้นที่ประมาณ 0.90 x 1.50 เมตร หรือประมาณ 1.20 x 1.20 เมตร ก็เพียงพอสำหรับหนึ่งหน่วยพักอาศัย โดยตำแหน่งของการจัดส่วนล็อคเกอร์นี้ อาจอยู่ที่พื้นที่ชั้นล่างของอาคารที่ไม่มีความสูง (Lowrise) หรืออาคารประเภทเดินขึ้น “Walk-up”

ปล่องขยะ

มีจุดประสงค์ไว้ให้ผู้พักอาศัยทิ้งขยะ หมายถึงขยะที่เป็นขยะแห้งไม่เน่าเหม็น ถึงแม้ว่าจะมีถังขยะเป็นอุปกรณ์ทิ้งขยะที่เป็นมาตรฐานส่วนตัวของแต่ละห้องแล้วก็ตาม จะต้องติดตั้งปิดมิดชิดด้วยวัสดุที่ทนไฟ 2 ชม. หากอาคารจำเป็นต้องมีปล่องขยะแล้ว ให้เตรียมห้องพักคอย (Anteroom) ไว้หน้าปล่องขยะด้วย HUD กำหนดให้ห้องพักคอย (Anteroom) ต้องมีพื้นที่อย่างน้อย 1.86 ตารางเมตร

ปล่องขยะดังกล่าวไม่มีความจำเป็นสำหรับอาคารประเภทเดินขึ้นที่สามารถขนย้ายด้วยตัวเองได้ เนื่องจากการขนถ่ายขยะ (Refuse Removal) เป็นกิจวัตรที่มีขึ้นประจำแทบทุกวันของแต่ละยูนิตพักอาศัย ดังนั้นระยะทางที่ผู้พักอาศัยต้องเดินเพื่อนำขยะไปทิ้งยังที่เก็บขยะไม่ควรเกิน

30.50 – 45.75 เมตร และพื้นที่บริเวณนี้ควรที่จะต้องมีการสร้างที่บังสายตาหรือรั้วเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมและความสวยงามเป็นระเบียบเรียบร้อย ทางเลือกคือให้พื้นที่นี้ปิดล้อมแต่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี และมีตำแหน่งที่ตั้งเหมาะสมในส่วนต่อเนื่องกับอาคาร

ห้องมาตรไฟฟ้า (Electric Meter)

ห้องแปลงไฟฟ้า (Transformer Room)

5.2 การกำหนดโซนอาคาร

การกำหนดโซน ควรคำนึงถึงความสะดวกในการเคลื่อนย้ายกลุ่มคนจำนวนมาก ความเป็นส่วนสาธารณะ (Public) และส่วนบุคคล (Private) เป็นหลัก โดยในส่วนสาธารณะหรือโถงซึ่งพลุกพล่านที่สุด ควรจะอยู่ในชั้นล่างสุด พื้นที่ส่วนกึ่งสาธารณะ (Semi-Public) หรือส่วนกึ่งบุคคล (Semi-Private) ซึ่งพลุกพล่านน้อยกว่าจะอยู่ในชั้นถัดขึ้นไป ส่วนที่ต้องการความเป็นส่วนตัวสูงสุดจะถูกจัดวางในชั้นบน ทั้งนี้การกำหนดพื้นที่ใช้สอยในลักษณะนี้ นอกจากจะช่วยตัดปัญหาทางด้านความสับสนและการพบทาง (Way Finding) แก่ผู้ใช้อาคารแล้ว ยังช่วยในแง่การประหยัดทั้งทางด้านการบำรุงรักษา (Maintenance) และค่าใช้จ่าย (Operation Cost) ของอาคารด้วย

พื้นที่ชั้นต่างๆ ของอาคารประเภทหอพักหลายชั้น จะมีการต่อเนื่องกันในแต่ละชั้นได้สองทาง ทางแรกคือบันไดและทางที่สองคือลิฟต์ สำหรับอาคารที่ประกอบด้วยชั้นพื้น 3 ชั้นหรือ 4 ชั้น โดยทั่วไปจะมีการออกแบบบันไดไว้ใช้งานให้ความสะดวกสบายต่อการขึ้นลง บันไดที่ใช้ในอาคารที่เรียกว่า “เดินขึ้น” เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในองค์ประกอบทัศนะทางสถาปัตยกรรม การสัญจรทางแนวตั้งไม่ว่าจะเป็นบันไดสำหรับอาคารประเภทเดินขึ้น หรือลิฟต์ที่ใช้กับอาคารที่มีความสูงมากกว่า 3 ชั้นขึ้นไป ต่างเป็นตัวทำหน้าที่ให้บริการทั้งการโดยสารและการขนของ ความกว้างน้อยที่สุดของบันไดจะอยู่ประมาณ 0.90 เมตร สำหรับชั้นที่มีผู้อาศัยประมาณ 45 คน ความกว้างทั่วไปของบันไดทางออกประมาณ 1.12 เมตร ลูกตั้งบันไดมีขนาดไม่เกิน 0.19 – 0.20 เมตร ลูกนอนบันไดมีขนาดไม่แคบกว่า 0.22 เมตร และมีจมูกประมาณ 2.5 ซม. ด้วย ในกรณีที่บันไดมีความกว้างเกิน 1.12 เมตร จำเป็นต้องมีราวมือจับ มือจับนี้อาจยื่นเข้าไปในส่วนช่วงของตัวบันไดได้ประมาณ 0.10 เมตร และบริเวณช่องว่างเหนือศีรษะระหว่างเพดานกับบันไดต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2.15 เมตร

5.3 องค์ประกอบแกนอาคาร (Core Elements)

5.3.1 แนวแกนสัญจรตามแนวตั้ง (Circulation Core)

บันไดถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งที่เรียกว่าแกนอาคารทางแนวตั้ง (Vertical Core) ของอาคารประเภทหอพัก แกนอาคารในส่วนอื่นที่เป็นหลักอาจหมายถึงปล่องทิ้งขยะ (Refuse Chute) หรือปล่องท่อส่งน้ำ ส่งไฟฟ้า หรือทางเดินท่ออากาศ การเลือกใช้จะอยู่บนฐานข้อพิจารณาที่เป็น

ประโยชน์การใช้งานและความประหยัด และเนื่องจากหลังคาจะต้องรองรับอุปกรณ์ส่วนประกอบของแกนอาคารดังที่กล่าวมานี้ ย่อมทำให้มีผลกระทบต่อการออกแบบหลังคาและรูปด้านของอาคารอย่างแน่นอน ตำแหน่งของแนวแกนสัญจรนี้ควรอยู่ทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของอาคารเพื่อให้เป็นส่วนกันความร้อน (Buffer Zone) และควรจัดให้มีช่องเปิดในแนวทิศเหนือและทิศใต้เพื่อการรระบายอากาศและรับแสงสว่างเข้ามาในอาคาร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้จัดวางแกนสัญจรทางตั้งให้อยู่ทั้งสองด้านของอาคารในทิศตะวันออกและตะวันตก เพื่อให้การบริการแก่อาคารทั้ง 2 ด้านเป็นไปโดยสะดวก

5.3.2 แนวแกนสัญจรตามแนวราบ (Corridor)

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการวางผังสัญจรตามแนวราบของอาคาร

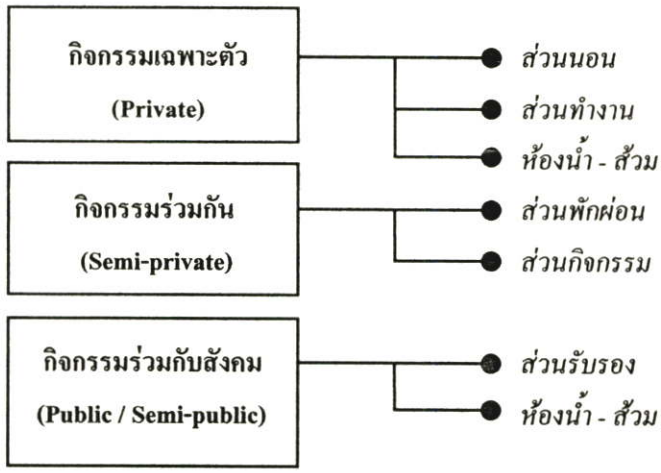
การเปรียบเทียบ	การวางผังสัญจรตามแนวราบ	
	แบบแถวเดี่ยว (Single Corridor)	**แบบแถวคู่ (Double Corridor)**
ข้อดี	1. การลดความร้อนภายในอาคารด้วยการระบายอากาศทำได้ง่ายกว่า เพราะหน่วยพักอาศัยมีพื้นที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมอย่างน้อย 2 ด้าน 2. มีบรรยากาศโปร่งสบาย	1. การป้องกันความร้อนจากแสงแดดตรงและแสงสะท้อนทำได้ง่ายกว่า เพราะหน่วยพักอาศัยจะมีพื้นที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมเพียงด้านเดียว 2. สามารถสร้างได้ในที่จำกัด 3. ประหยัดเวลาและงบประมาณ
ข้อเสีย	1. มีพื้นที่รับแสงแดดมาก 2. ใช้พื้นที่ในการปลูกสร้างอาคารมากในจำนวนหน่วยพักอาศัยที่เท่ากัน 3. ใช้งบประมาณสูงกว่า	1. การระบายอากาศตามธรรมชาติทำได้ยากกว่า 2. หน่วยพักอาศัยส่วนใหญ่จะได้รับแสงสว่างเพียงด้านเดียว

จะเห็นได้ว่า การวางผังสัญจรตามแนวราบแบบแถวคู่จะมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มากกว่า แต่ในด้านความสบายในการอยู่อาศัยนั้นการวางผังแบบแถวเดี่ยวจะเหมาะสมกว่า ทั้งทางด้านการระบายอากาศตามธรรมชาติและการได้รับแสงสว่าง ดังนั้นจึงเลือกใช้การวางผังแบบแถวเดี่ยวมาใช้ในการออกแบบ

● ผู้ใช้งาน

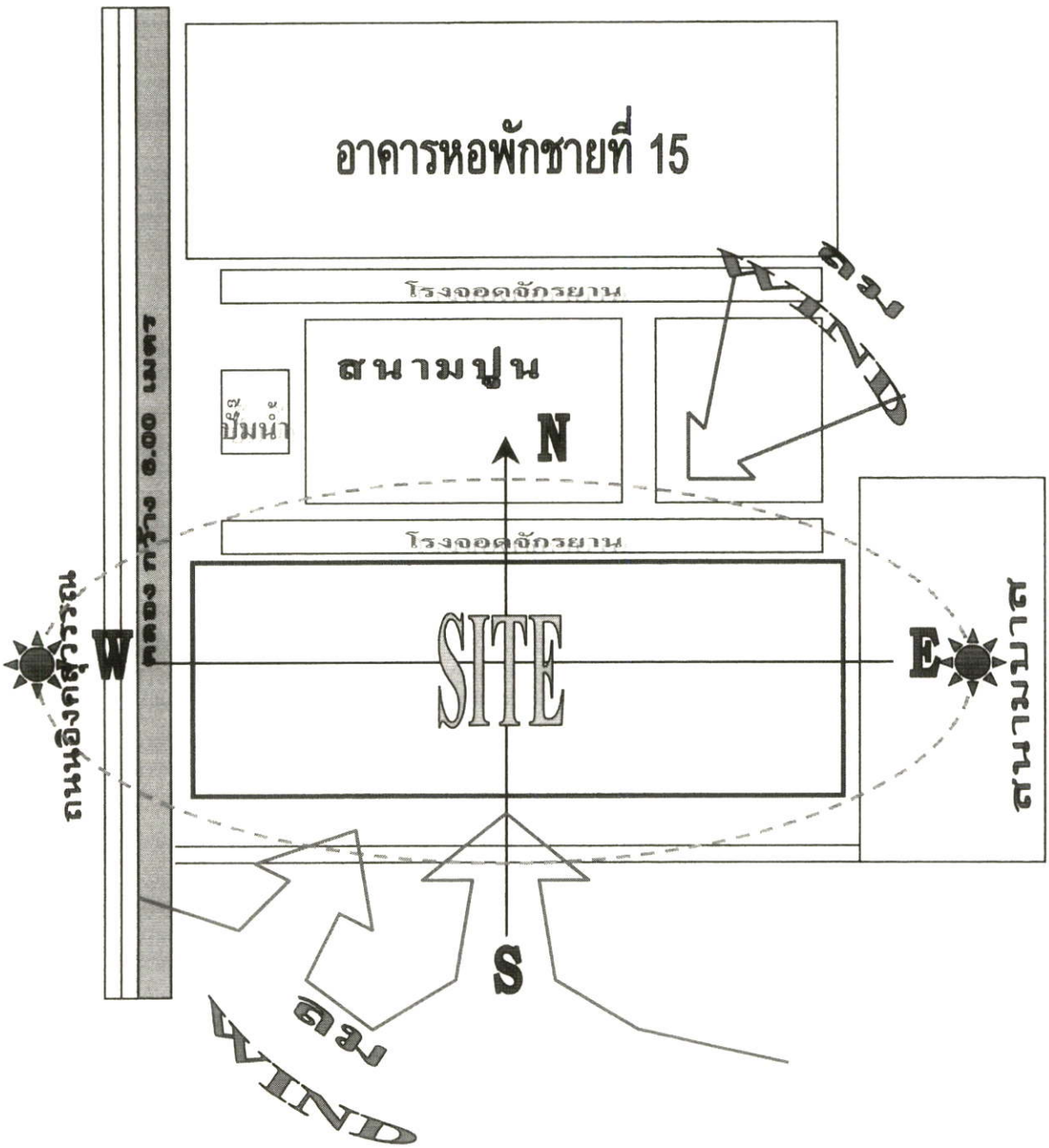
- นักศึกษาผู้อยู่อาศัยภายในหอพัก
- นักการ / พนักงานทำความสะอาด
- แขกผู้มาเยี่ยมเยือน
- ผู้สัญจรผ่านไปมา

● กิจกรรม

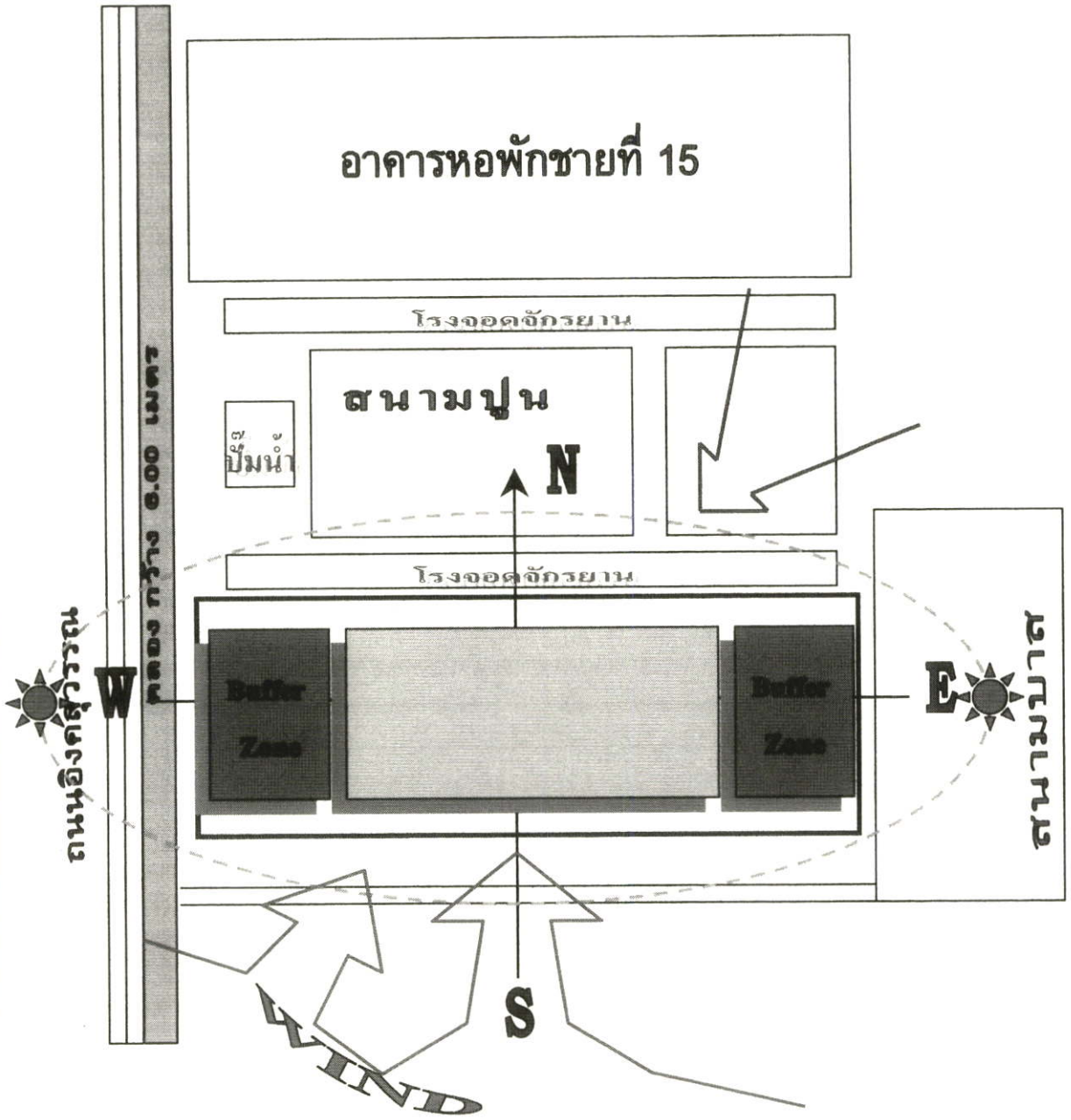


● พฤติกรรมการใช้งาน

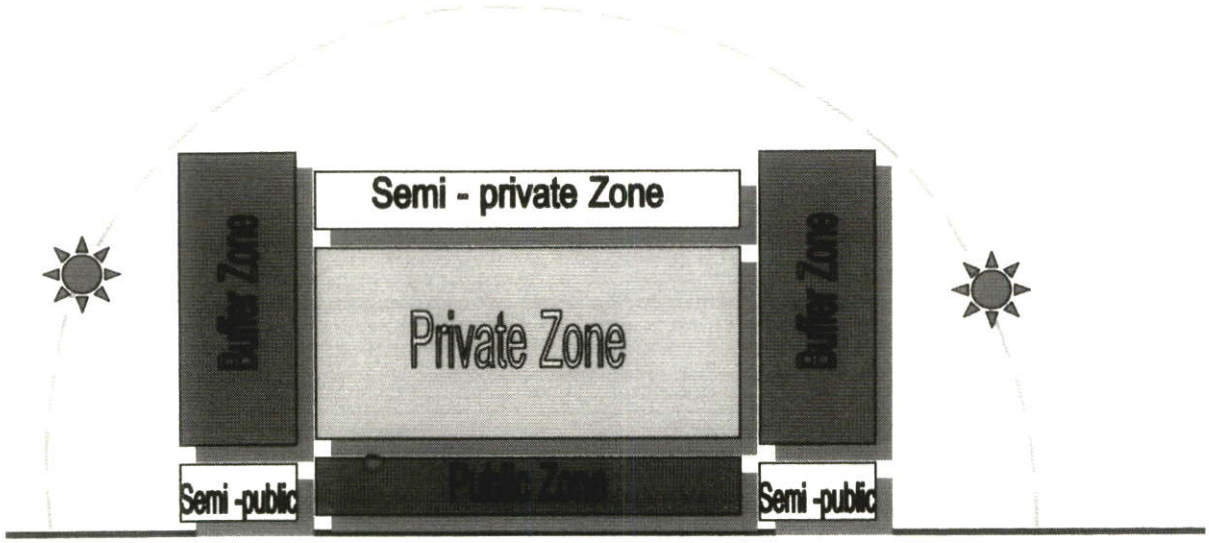
ช่วงเวลา	กิจกรรม	พื้นที่ใช้สอย
05.30 – 09.00 น.	ตื่นนอน, อาบน้ำ - แต่งตัว	ห้องพัก, ห้องน้ำ
07.00 – 11.00 น.	ออกไปเรียน / ทำกิจกรรม	-
07.30 – 16.30 น.	ทำความสะอาด	พื้นที่ส่วนกลาง
08.00 – 20.00 น.	เยี่ยมเยือน	ส่วนรับรอง
12.00 – 22.00 น.	กลับถึงหอพัก	ห้องพัก
12.00 – 18.00 น.	อาบน้ำ, พักผ่อน, ซักผ้า, อ่านหนังสือ	ห้องพัก, ห้องน้ำ, ส่วนซัก-ตากผ้า, ห้องกิจกรรม
18.00 – 22.00 น.	อาบน้ำ, พักผ่อน, ดูโทรทัศน์, ทำงาน - อ่านหนังสือ	ห้องพัก, ห้องน้ำ, ห้องกิจกรรม
20.00 – 24.00 น.	พักผ่อน, นอนหลับ	ห้องพัก



ภาพที่ 5.2 แสดงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์และกระแสลมที่มีผลต่อที่ตั้งโครงการ



ภาพที่ 5.3 แสดงการจัดวางโซนที่มีผลมาจากสิ่งแวดล้อมและการใช้งานของโครงการ



5.4 แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดในการออกแบบอาคารเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย โดยการสร้างสภาวะความสบาย มีวิธีการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาด้านสภาพอากาศ 3 แบบ ดังนี้

5.4.1 Conventional Design เป็นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาขั้นตอนพื้นฐาน โดยมิได้นำเทคนิคกลไกต่างๆ เข้าช่วย แต่เป็นการแก้ปัญหาโดยการจัดวางผัง การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอย ทิศทางการเจาะช่องเปิด การป้องกันความร้อนเข้าสู่ผนังบ้าน และการจัดสภาพแวดล้อม

5.4.2 Passive Design เป็นการนำเทคนิคต่างๆ ในการออกแบบเข้ามาช่วยปรับสภาพอากาศภายในอาคาร เช่น การระบายอากาศร้อนออกทางปล่องสู่กลางบ้าน

5.4.3 Active Design เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในการแก้ไขปัญหาเรื่องการปรับอากาศในช่วงสภาวะอุณหภูมิสูง

ซึ่งในการออกแบบจะใช้วิธี Conventional Design เป็นหลักในการออกแบบรูปทรงอาคาร การวางทิศทางของอาคาร การจัดวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร และการเจาะช่องเปิด รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยกับสภาวะความสบาย โดยประยุกต์รวมกับเทคนิค Passive Design ในการช่วยระบายอากาศตามธรรมชาติ และใช้วิธี Active Design ในการแก้ปัญหาการปรับสภาวะอากาศในช่วงที่อุณหภูมิสูง

5.5 รูปแบบอาคารที่นำเสนอ

อาคารหอพักนักศึกษาที่นำเสนอจะเป็นอาคารสูง 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 2,680.00 ตารางเมตร ออกแบบโดยมีแนวความคิดในการออกแบบดังนี้

5.5.1 รูปร่างลักษณะอาคาร

เนื่องจากอาคารแห่งนี้ประกอบด้วยห้องพักเป็นส่วนใหญ่ จึงเลือกใช้ขนาดของช่วงเสาให้เหมาะสมกับขนาดของห้องพัก คือ 4.00 เมตร ลักษณะรูปแบบอาคารถูกออกแบบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ และผังแม่บทของมหาวิทยาลัยที่พื้นที่ก่อสร้างอาคารถูกจำกัดความสูง ลักษณะอาคารจึงถูกบีบให้แคบและยาวขวางทิศทางลมธรรมชาติทางด้านเหนือ-ใต้ ทั้งนี้เพื่อลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร และยังให้ประโยชน์ในแง่การระบายอากาศ ลักษณะอาคารดังกล่าว ทำให้แต่ละห้องภายในอาคารไม่ลึกเกินไป ทำให้ตัวอาคารสามารถได้รับประโยชน์ (Take Advantage) จากแสงธรรมชาติได้เต็มที่ นอกจากนี้การจัดวางอาคารโดยใช้ด้านแคบของอาคารเผชิญกับถนนทั้งสองด้าน ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาทางด้านมลภาวะทางเสียง (Noise

Pollution) ได้ด้วย ขณะเดียวกันตัวอาคารก็ถูกออกแบบให้มีส่วนยื่นเพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกันแสงแดดโดยตรงและฝน และส่วนยื่นนี้ยังประโยชน์ในแง่การเดินท่อระบบต่างๆ และการบำรุงรักษา

ดังนั้นจากแนวความคิดที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของบริบท (Contextual Relationship) และความเหมาะสมของระบบสัญจร โดยสัมพันธ์กับสังคมและกิจกรรมภายในโครงการ รูปแบบอาคารจึงถูกออกแบบโดยเน้นลักษณะของเส้นนอน (Horizontal Line) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ (Character) ของอาคารส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัย ตลอดจนความสูงของอาคารก็มีความสูงไล่เรี่ยกับอาคารโดยรอบ เพื่อให้อาคารมีความกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม แต่ในขณะเดียวกัน ตัวอาคารหอพักเองก็ยังคงสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นที่พักอาศัยด้วย

เอกลักษณ์ของอาคารจึงเน้นรูปแบบเพื่อการแสดงออกทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Expression) มากกว่าการแสวงหารูปแบบแล้วหาเหตุผลมาอธิบาย รูปแบบและองค์ประกอบของอาคารส่วนใหญ่จึงได้มาจากผลของการวิจัยที่ได้ผสมผสานแนวความคิดต่างๆให้เข้ากับความต้องการใช้สอย อิทธิพลของธรรมชาติและสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายใน

5.5.2 การกำหนดประโยชน์ใช้สอยของพื้นที่

การกำหนดพื้นที่ใช้สอย คำนึงถึงความสะดวกและความเป็นสาธารณะและความเป็นส่วนตัวเป็นหลัก โดยในส่วนสาธารณะซึ่งพลุกพล่านที่สุด จะอยู่ในชั้นล่างสุด ส่วนกึ่งสาธารณะซึ่งพลุกพล่านน้อยกว่า จะอยู่ในชั้นถัดๆ ขึ้นไป และส่วนที่เป็นส่วนตัว ซึ่งพลุกพล่านน้อยที่สุดและต้องการความเป็นส่วนตัวสูง จะถูกจัดวางไว้ในชั้นสูงสุด ทั้งนี้การกำหนดพื้นที่ใช้สอยในลักษณะเช่นนี้ นอกจากจะช่วยตัดปัญหาทางด้านความสับสนแก่ผู้ใช้อาคารแล้ว ยังช่วยในแง่การประหยัดทั้งทางด้านการบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายของอาคารด้วย สำหรับแนวความคิดดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

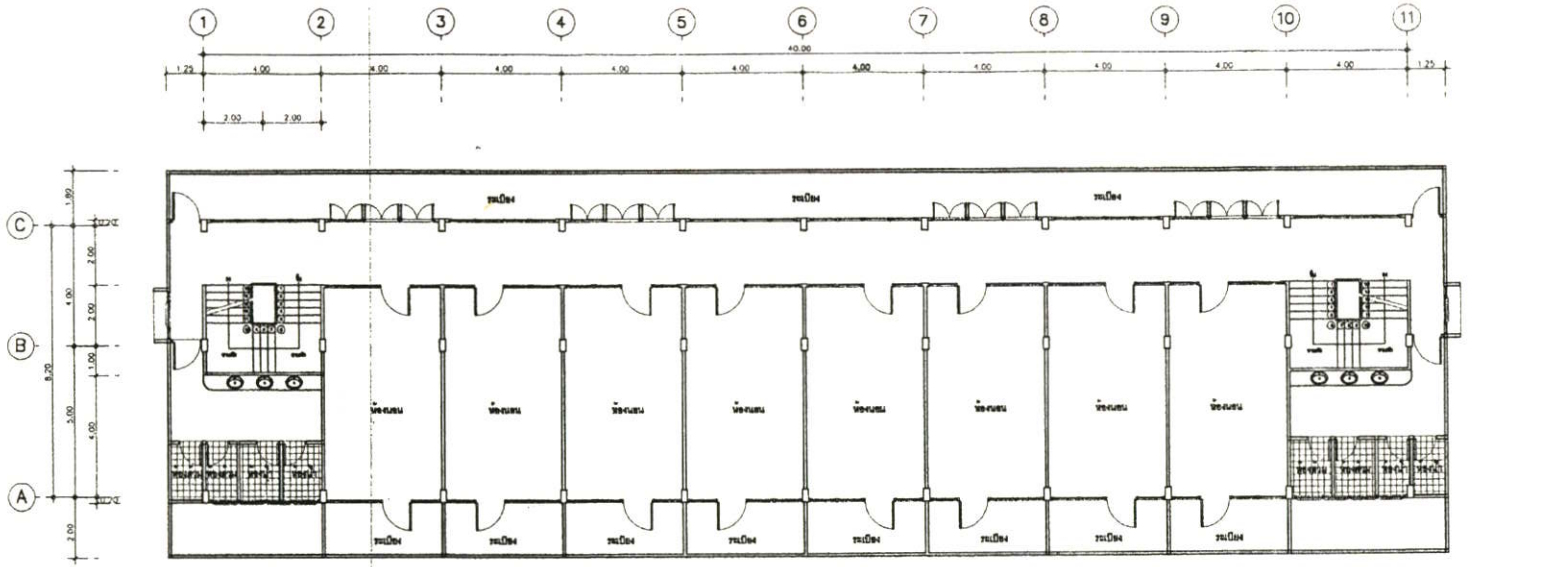
- จัดวางแกนสัญจรตามตั้งอยู่สองฟาก เพื่อให้บริการแก่อาคารทั้งสองด้านโดยสะดวก
- ทางสัญจรหลักเป็นไปในลักษณะแบบแถวเดี่ยว ก่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดี

<u>รายละเอียดของอาคารหอพักนักศึกษา</u> เป็นอาคารที่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้ประโยชน์เพื่อเป็นที่พักสำหรับนักศึกษา อาคารมีความสูง 5 ชั้นคาดฟ้า ระบบโครงสร้างเป็นระบบเสาและคาน ระยะต่อชั้นสูง 3.00 เมตร ประกอบด้วยพื้นที่ใช้สอยต่างๆดังนี้

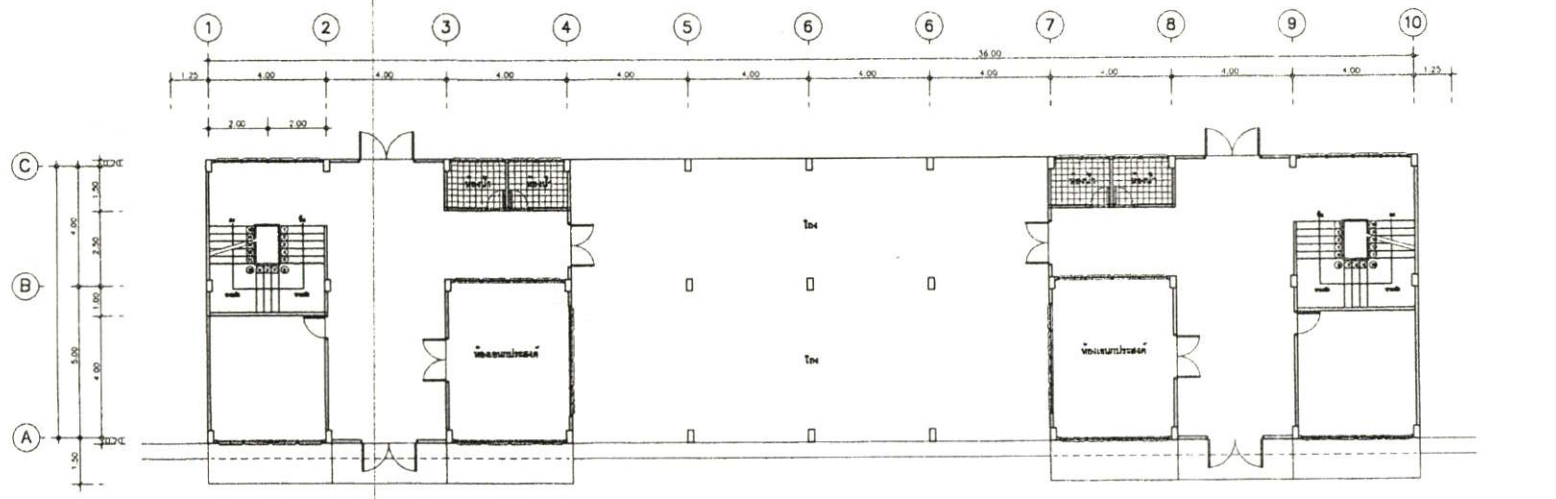
ตารางที่ 5.2 แสดงพื้นที่ใช้สอยของ "อาคารหอพักนักศึกษา"

ชั้นที่	การใช้สอย	ขนาด (ตร.ม.)	จำนวน (ห้อง)	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
1	ห้องกิจกรรม	20.00	1	20.00
	ห้องกิจกรรม	16.00	1	16.00
	ห้องพักอาจารย์	16.00	1	16.00
	ช่องเก็บไปรษณีย์	2.00	2	4.00
	ห้องน้ำ	3.00	4	12.00
	โถงบันได	12.00	2	24.00
	พื้นที่โล่ง	144.00	1	144.00
	พื้นที่ทางเดิน	108.00	1	108.00
	รวม			***344.00***
2 - 4	ห้องพัก	28.00	24	672.00
	ระเบียง	8.00	24	192.00
	ห้องน้ำ	27.25	6	163.50
	โถงบันได	36.00	6	216.00
	พื้นที่ทางเดิน	80.00	3	240.00
	กันสาด	97.50	3	292.50
	รวม			***1,776.00***
ดาดฟ้า	พื้นที่ซัก - อบผ้า	60.00	2	120.00
	พื้นที่ถังเก็บน้ำ	72.00	2	144.00
	พื้นที่นันทนาการ	216.00	1	216.00
	โถงบันได	12.00	2	24.00
	กันสาด	184.00	1	184.00
	รวม			***688.00***
รวมพื้นที่ใช้สอยของอาคารทั้งหมด				**2,808.00**

อัตราส่วนของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทึบเท่ากับ 1 : 2.3 ซึ่งคิดเป็น 42 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เปลือกอาคารส่วนที่เป็นผนังทั้งหมด

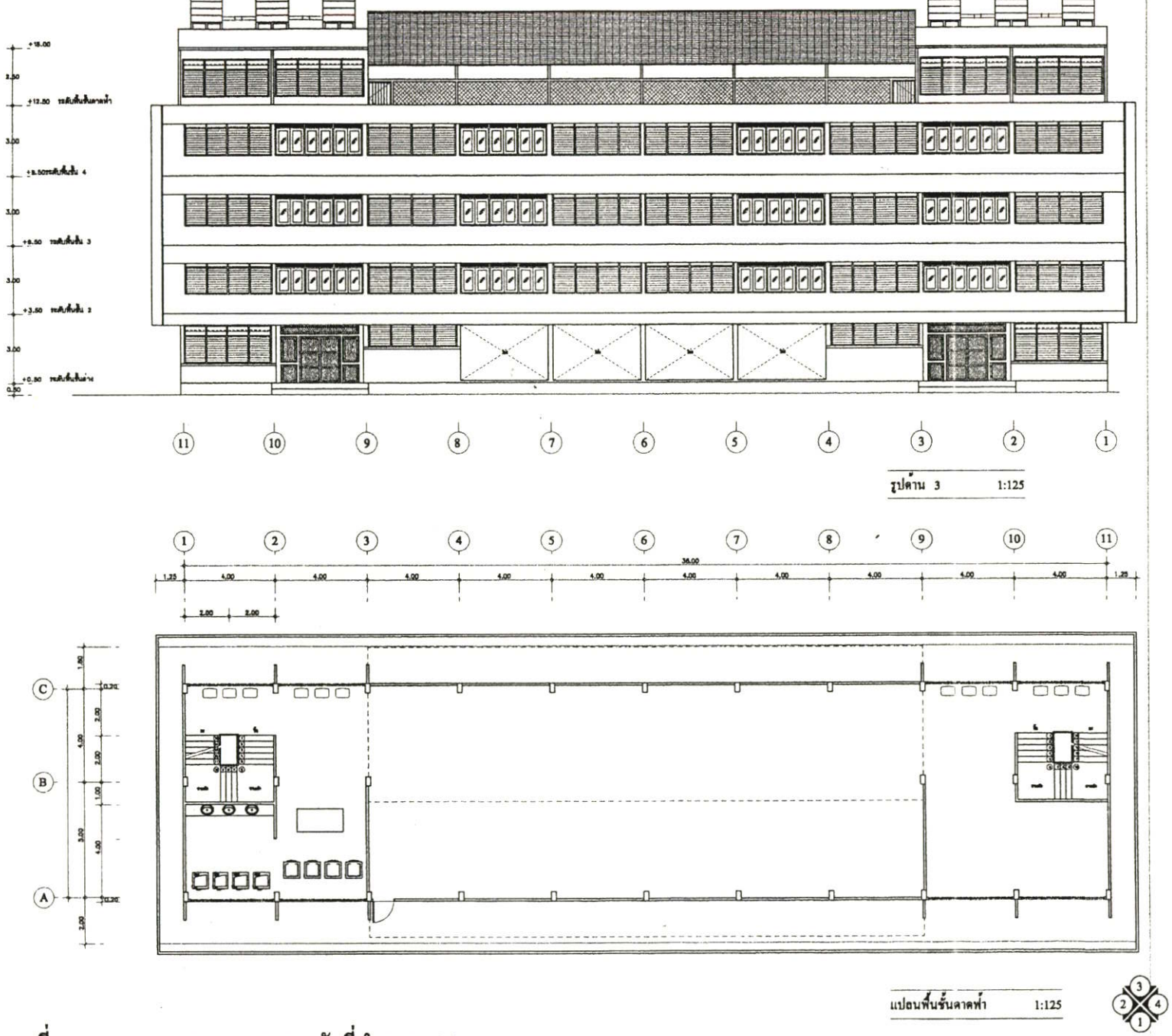


แปลนพื้นชั้น 2 - 4 1:125

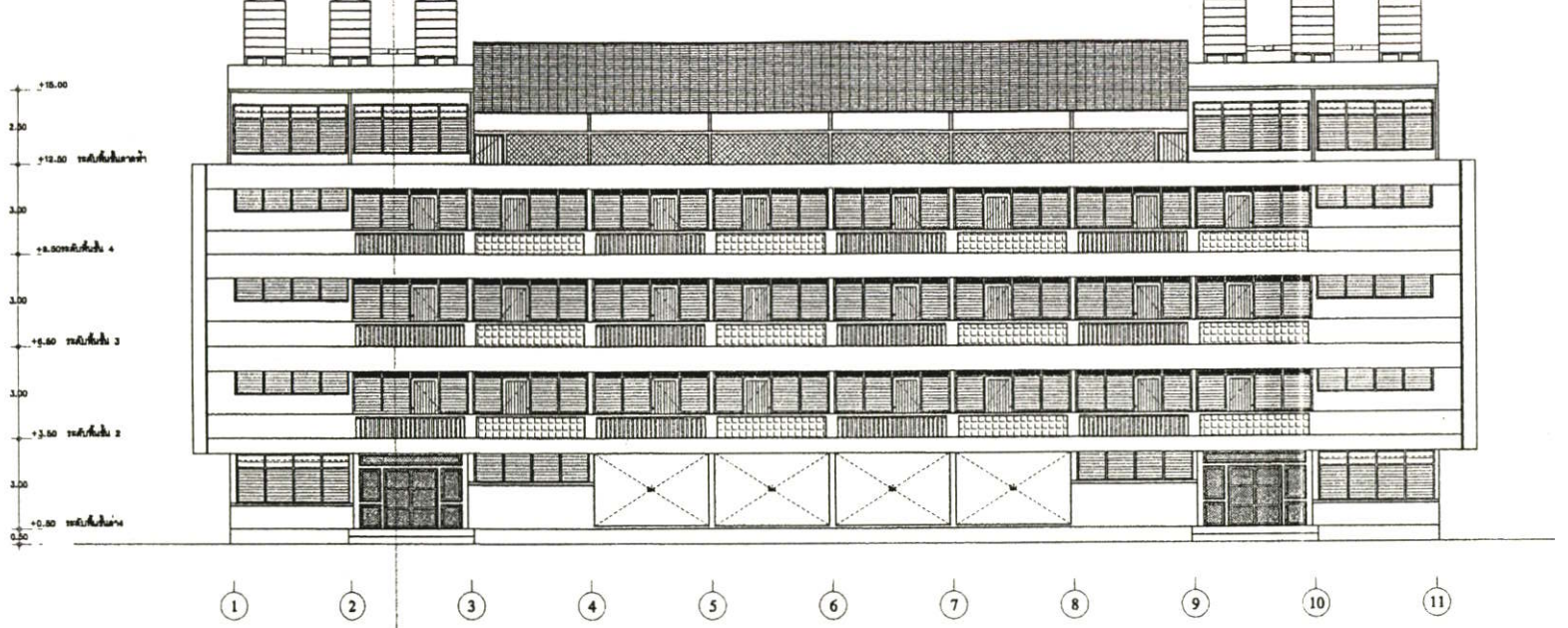


แปลนพื้นชั้นล่าง 1:125

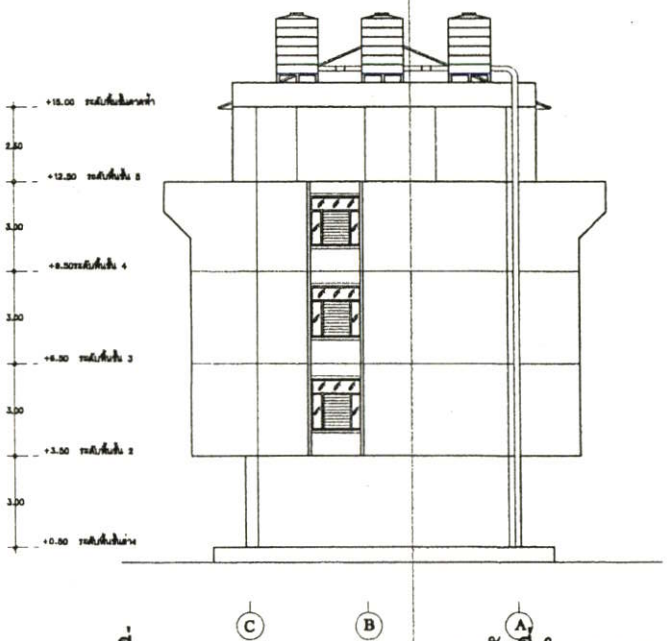
ภาพที่ 5.4 แสดงแบบอาคารหอพักที่นำเสนอ (1)



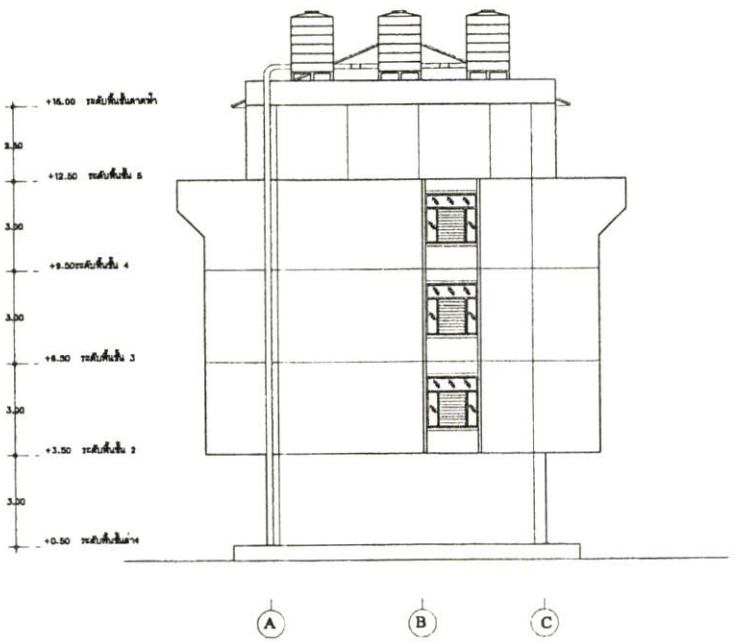
ภาพที่ 5.4 แสดงแบบอาคารหอพักที่นำเสนอ (2)



รูปด้าน 1 1:125

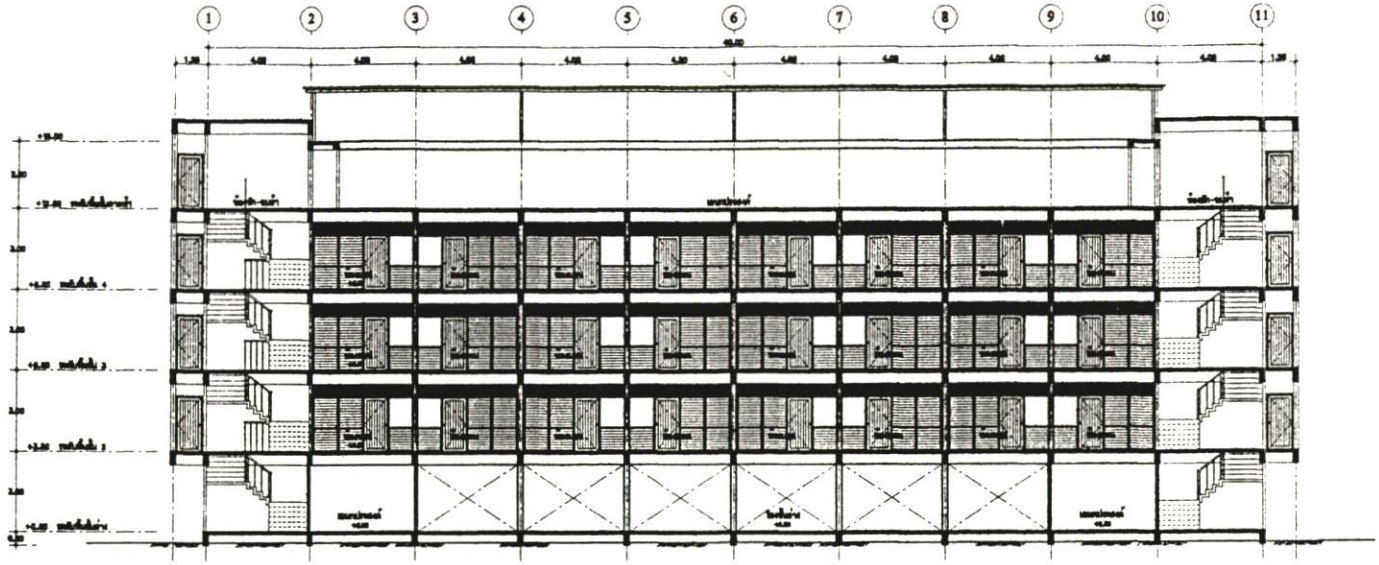


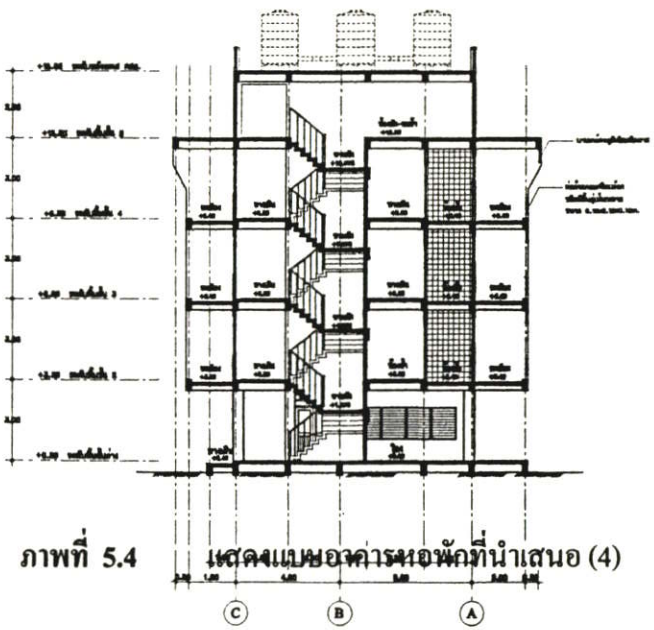
รูปด้าน 2 1:125

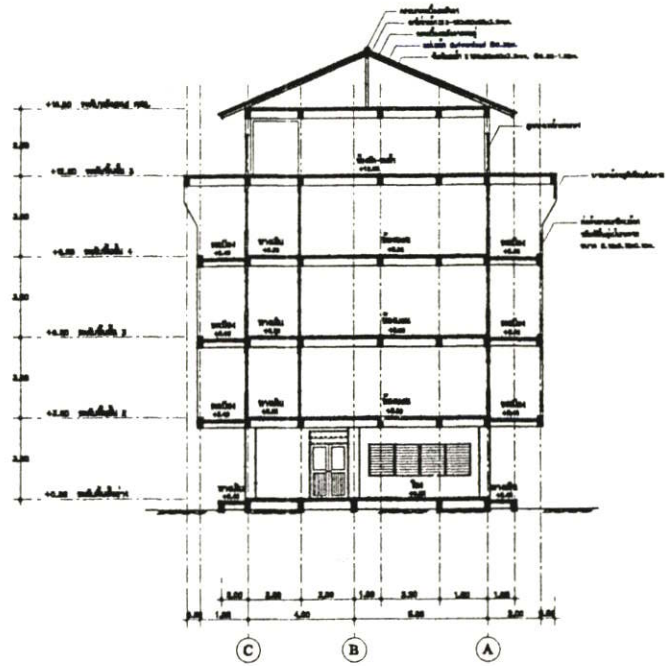


รูปด้าน 4 1:200

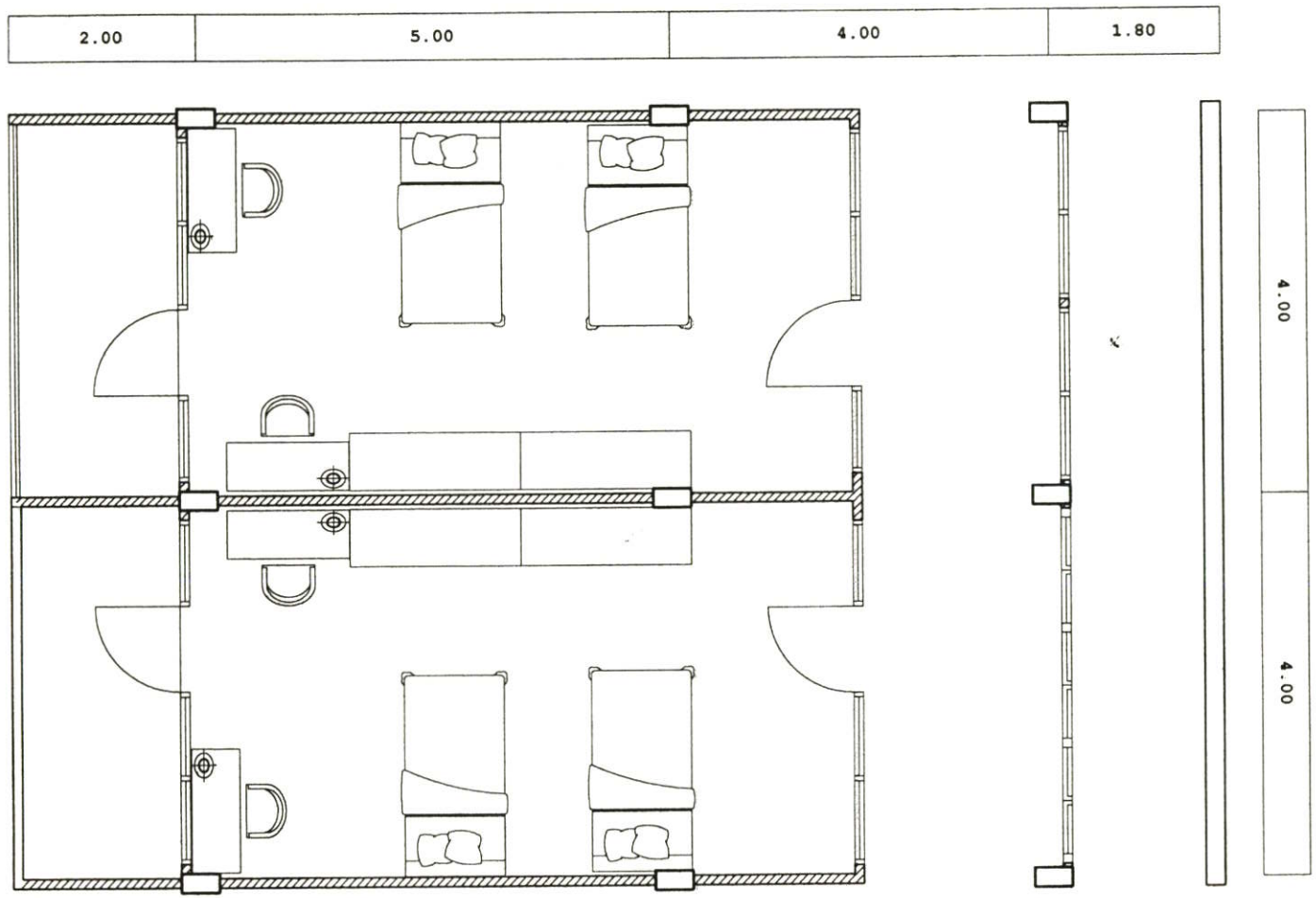
ภาพที่ 5.4 แสดงแบบอาคารหอพักที่นำเสนอ (3)





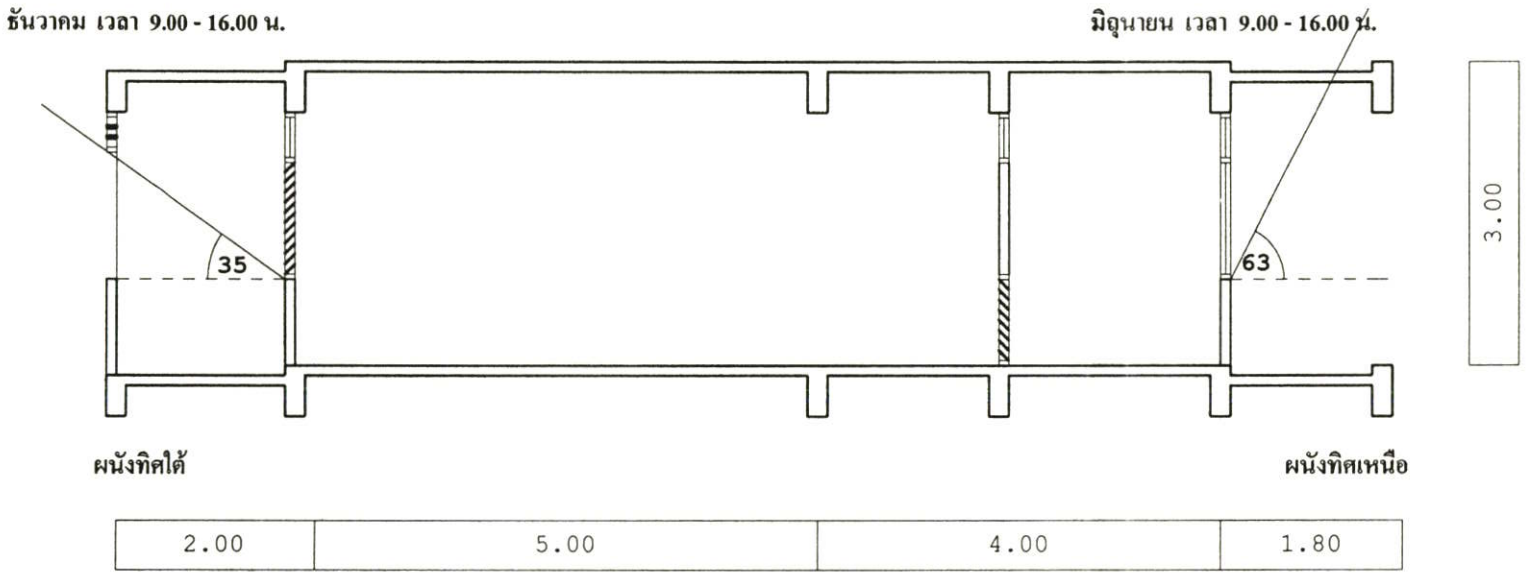


ภาพที่ 5.4 แสดงแบบอาคารหอพักที่นำเสนอ (4)

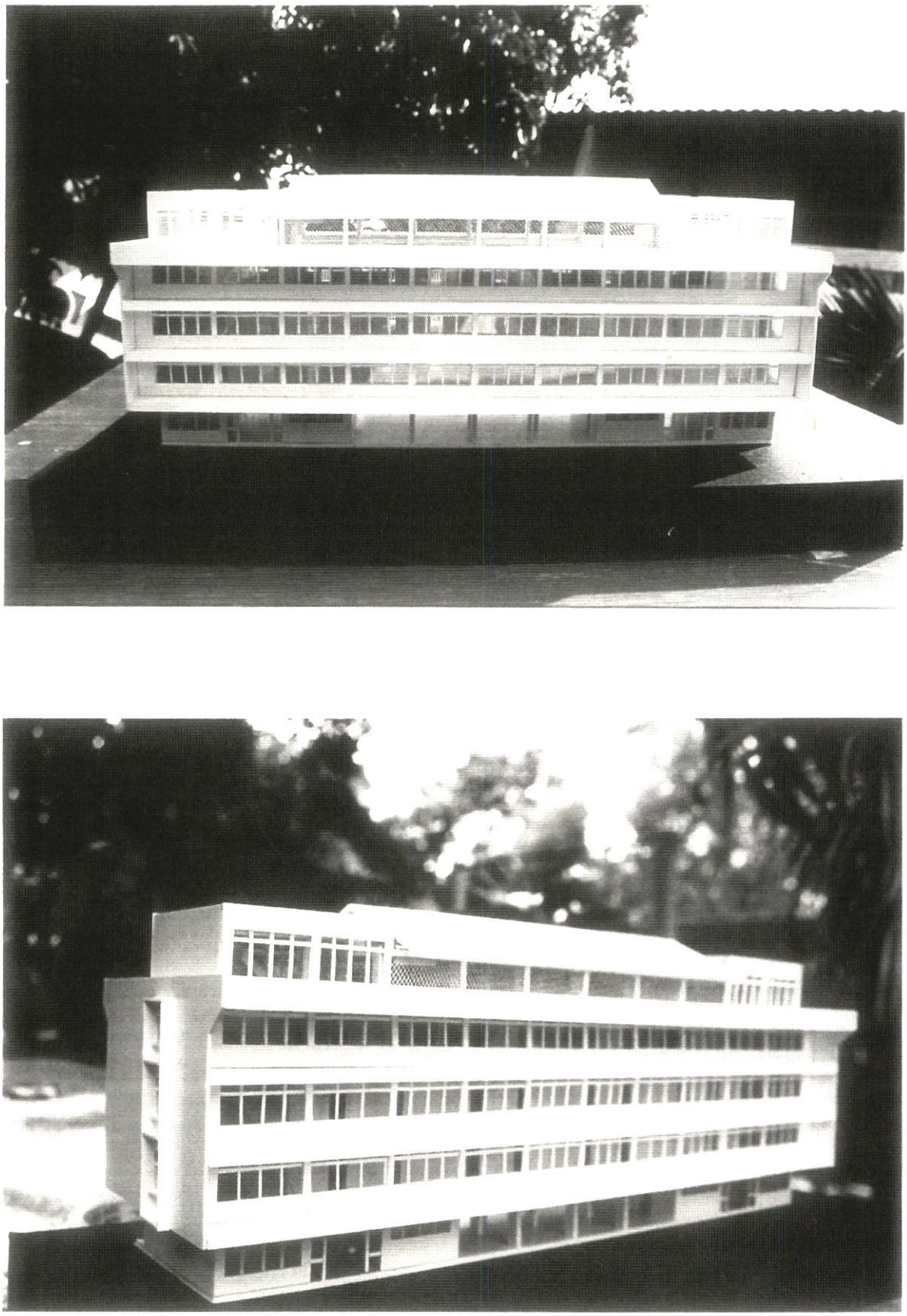


PLAN 1:75

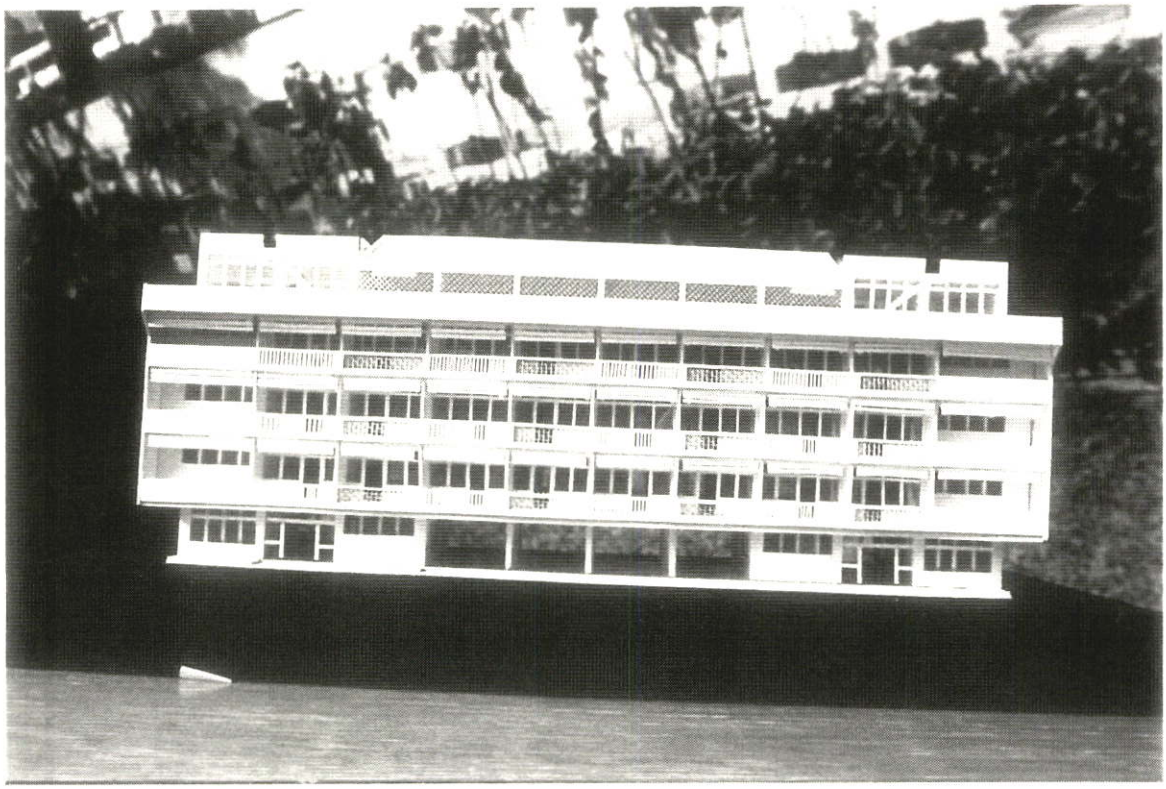
ภาพที่ 5.5 แสดงแบบขยายห้องพักภายในอาคารหอพักที่นำเสนอ

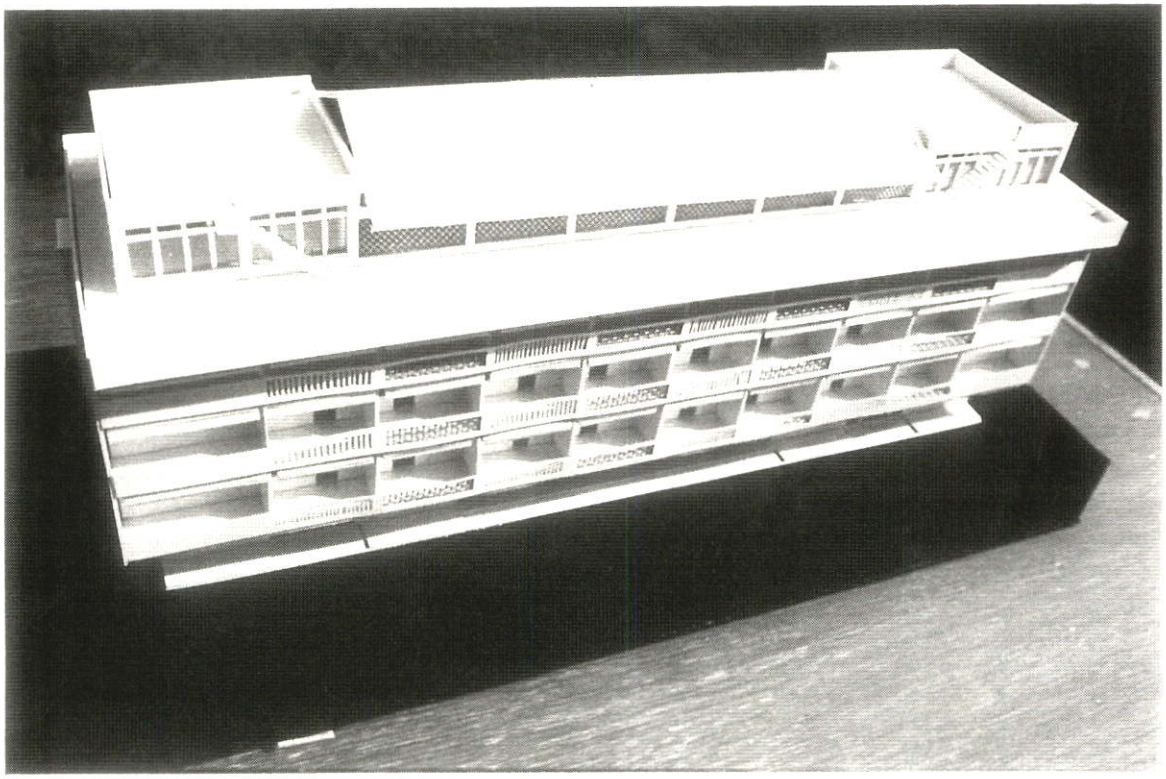


ภาพที่ 5.6 แสดงระยะอุปกรณ์บังแดดอาคารหอพักที่นำเสนอ

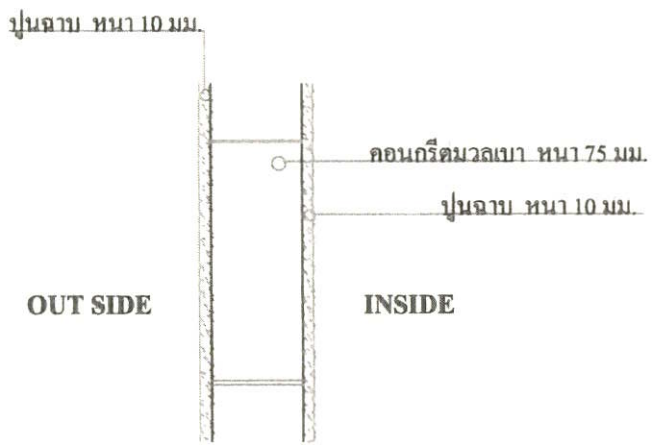


ภาพที่ 5.7 แสดงแบบจำลองอาคารหอพักที่นำเสนอ (1)

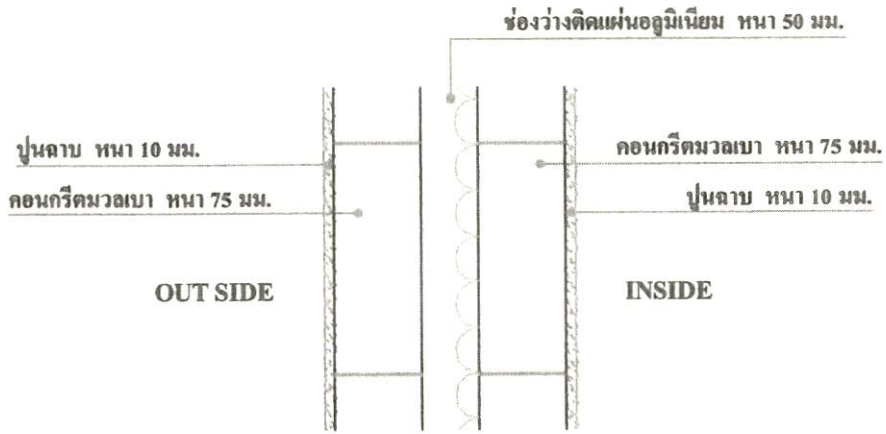




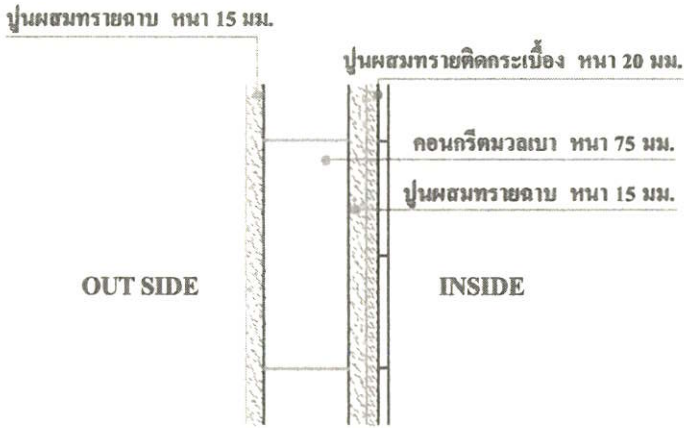
ภาพที่ 5.7 แสดงแบบจำลองอาคารหอพักที่นำเสนอ (2)



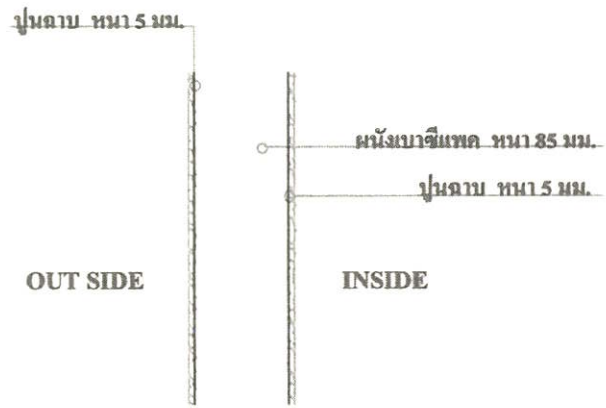
ภาพที่ 5.8 แบบขยายผนังทิศเหนือ - ทิศใต้ (U = 1.284 W/m^2 K)



ภาพที่ 5.9 แบบขยายผนังทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก (U = 0.514 W/m^2 K)



ภาพที่ 5.10 แบบขยายผนังห้องน้ำ (U = 1.227 W/m^2 K)



ภาพที่ 5.11 แบบขยายผนังภายในอาคาร (U = 0.721 W/m^2 K)

บทที่ 6
การทดสอบประเมินผล

การออกแบบเปลือกอาคารเพื่อลดค่าความร้อนเข้าสู่อาคารให้บรรลุตามต้องการนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ หลายประการประกอบกัน จากการออกแบบและนำเสนออาคาร ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและประเมินผลประสิทธิภาพของอาคารที่นำเสนอซึ่งได้ผลสรุปดังนี้

6.1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร

6.1.1 ผนังทึบ

การออกแบบผนังเปลือกอาคาร นอกจากจะมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้สอยทางสถาปัตยกรรมแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันความร้อนจากแสงแดดในช่วงที่อุปกรณ์บังแดดไม่สามารถป้องกันแสงแดดให้กระทบผนังเปลือกอาคารได้ กล่าวคือ วัสดุผนังเปลือกอาคารควรมีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดีในการป้องกันความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่อาคาร ตัวอย่างเช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 3.571 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน ซึ่งเมื่อคำนวณเฉพาะส่วนผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) เท่ากับ 58.0 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน หากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังจะทำให้ลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากขึ้น จึงควรมีการปรับปรุงชนิดของผนังให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนให้น้อยลงและให้เหมาะสมกับทิศทางที่มีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ต่างกัน ทั้งนี้ควรเลือกชนิดของผิวและสีของผนังที่มีสีสว่างซึ่งมีการดูดกลืนความร้อนน้อย ดังนั้นในการออกแบบจึงได้ทำการเลือกใช้วัสดุประกอบผนังในทิศทางต่างๆ คือ ในทิศเหนือและทิศใต้ เลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 0.095 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 1.284 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน ส่วนในทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา 2 ชั้น หนา 0.220 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.514 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน และผนังเปลือกอาคารในส่วนที่เป็นห้องน้ำ เลือกใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาบุกระเบื้อง 8" x 8" ความหนารวม 0.120 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 1.227 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงการคำนวณเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารที่อยู่ทางทิศเหนือและทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก และผนังเปลือกอาคารในส่วนที่เป็นห้องน้ำ จากการออกแบบสำหรับอาคารที่นำเสนอเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารเดิม ดังตารางที่ 6.1 , 6.2 และ 6.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารทางทิศเหนือและทิศใต้ของอาคารที่นำเสนอเปรียบเทียบกับอาคารเดิม

คอนกรีตมวลเบา 0.095 เมตร				ผนังก่ออิฐฉาบปูน 0.100 เมตร			
	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)		รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 10 มม.	0.533	0.019	R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตมวลเบา 75 มม.	0.130	0.577	R_2	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 10 มม.	0.533	0.019	R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.779		ค่าความต้านทานรวม		0.280
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**1.284 W / m^2 . K**		ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**3.571 W / m^2 . K**	

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอาคารที่นำเสนอเปรียบเทียบกับอาคารเดิม

ผนังคอนกรีตมวลเบา 2 ชั้น หนา 0.220 เมตร				ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.100 เมตร			
	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)		รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 10 มม.	0.533	0.019	R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตมวลเบา 75 มม.	0.130	0.577	R_2	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ช่องว่างอากาศ + อลูมิเนียม	-	0.589	R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_4	คอนกรีตมวลเบา 75 มม.	0.130	0.577	R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
R_5	ปูนผสมทรายฉาบ 10 มม.	0.533	0.019				
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120				
	ค่าความต้านทานรวม		1.945		ค่าความต้านทานรวม		0.280
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**0.514 W / m^2 . K**		ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**3.571 W / m^2 . K**	

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารที่เป็นห้องน้ำของอาคารที่นำเสนอเปรียบเทียบกับอาคารเดิม

ผนังคอนกรีตมวลเบาบุกระเบื้อง หนา 0.120 เมตร				ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุกระเบื้อง 0.100 เมตร			
	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)		รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028	R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_2	คอนกรีตมวลเบา 75 มม.	0.130	0.577	R_2	ผนังก่ออิฐมอญ 70 มม.	1.154	0.060
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028	R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 15 มม.	0.533	0.028
R_4	ปูนผสมทรายติดกระเบื้อง	0.807	0.018	R_4	ปูนผสมทรายติดกระเบื้อง	0.807	0.018
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.815		ค่าความต้านทานรวม		0.298
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**1.227 W / m^2 . K**		ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**3.356 W / m^2 . K**	

นอกจากนี้ยังได้ทำการนำเสนอผนังภายในอาคารสำหรับอาคารที่นำเสนอนี้ เป็นผนังเบาซีแพค หนา 0.095 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.721 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน ซึ่งได้แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังภายในอาคารจากการออกแบบเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังภายในอาคารเดิม ดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังภายในอาคารของอาคารที่นำเสนอเปรียบเทียบกับอาคารเดิม

ผนังเบาซีแพค (C-PAC) หนา 0.095 เมตร				ผนังกระเบื้องแผ่นเรียบ 0.100 เมตร			
	รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)		รายการวัสดุผนัง	K (W/m-°C)	R (m^2-°C/W)
R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044	R_0	ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	0.044
R_1	ปูนผสมทรายฉาบ 5 มม.	0.533	0.009	R_1	กระเบื้องแผ่นเรียบ 12 มม.	0.191	0.063
R_2	ผนังเบาซีแพค หนา 85 มม.	0.213	0.399	R_2	ฟิล์มอากาศภายในช่องว่าง	-	0.250
R_3	ปูนผสมทรายฉาบ 5 มม.	0.533	0.009	R_3	กระเบื้องแผ่นเรียบ 12 มม.	0.191	0.063
R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120	R_i	ฟิล์มอากาศด้านใน	-	0.120
	ค่าความต้านทานรวม		0.581		ค่าความต้านทานรวม		0.540
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**0.721 W / m^2 . K**		ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน		**1.851 W / m^2. K**	

จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังเปลือกอาคารและผนังภายในอาคารจากการออกแบบมีค่าต่ำกว่าผนังเปลือกอาคารเดิมและผนังภายในอาคารเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผนังเปลือกอาคารและผนังภายในอาคารจากการออกแบบนำเสนอมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอาคารเดิม

6.1.2 ผนังโปร่งแสงหรือช่องเปิด

สำหรับผนังโปร่งแสงหรือช่องเปิดนั้น ไม่มีการปรับเปลี่ยนวัสดุใหม่ ยังคงใช้กระจกใส หนา 5 มม. ในส่วนทั่วไป และกระจกฝ้า หนา 6 มม. ในส่วนของห้องน้ำ เนื่องจากมีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ

6.1.3 หลังคา

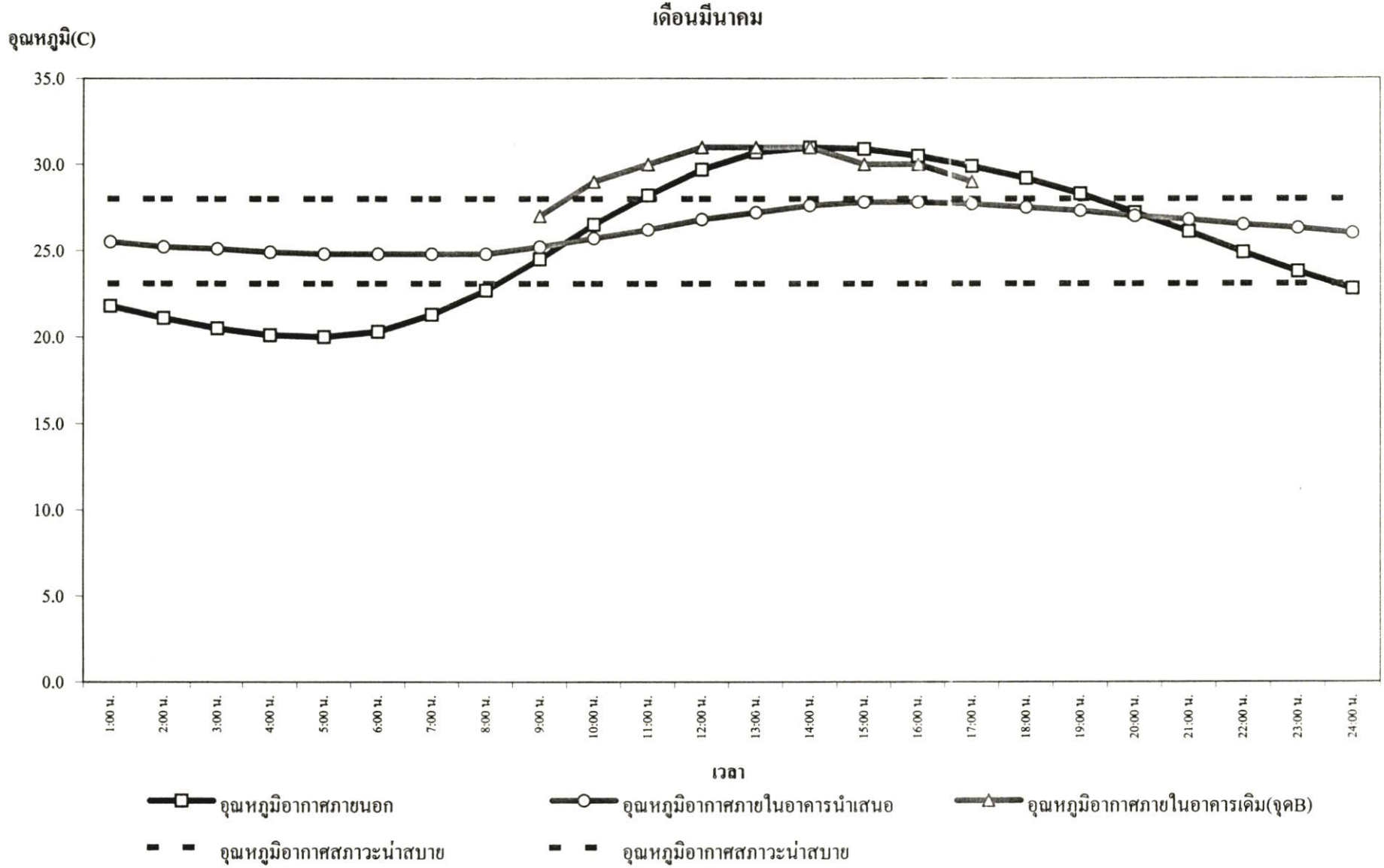
หลังคาที่นำเสนอมี 2 ส่วน คือ ส่วนของห้องพักจะเป็นหลังคาซีแพคโมเนีย + ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว + ฝ้ายิปซั่มบอร์ดหนา 9 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 0.367 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน และส่วนของคาดฟ้าจะเป็นหลังคาคอนกรีต+ฉนวนใยแก้ว 2 นิ้ว ซึ่งเปลือกหลังคาที่นำเสนอนี้ จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) เท่ากับ 17.97 วัตต์ต่อตารางเมตร แต่ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารเดิมจะมีค่าเท่ากับ 62.50 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวัสดุประกอบหลังคาที่นำเสนอจะมีประสิทธิภาพมากกว่าวัสดุประกอบหลังคาเดิมถึง 3.5 เท่า

6.2 การคำนวณและเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

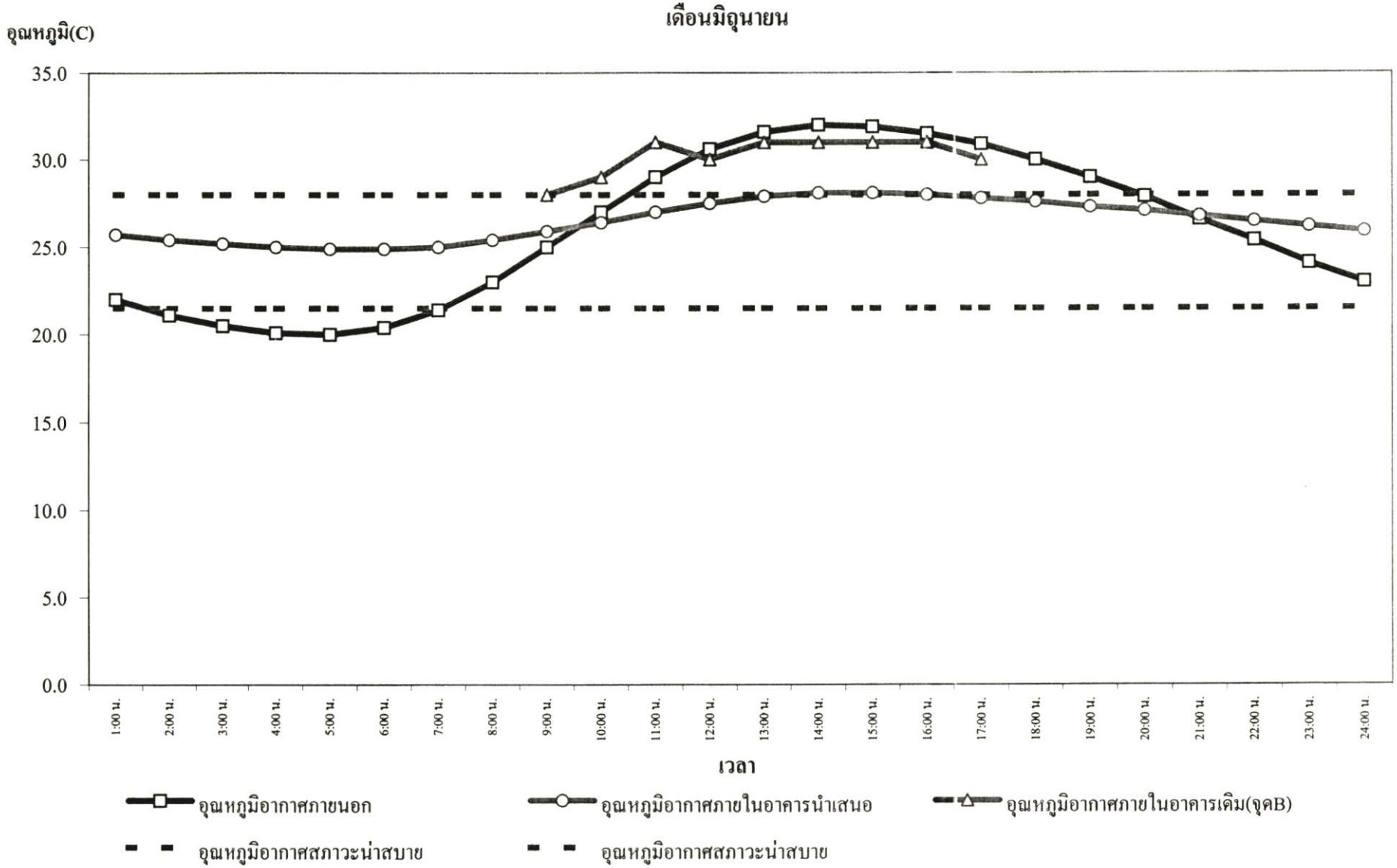
จากการใช้โปรแกรม OTTV 1.0a ในการวิเคราะห์ (ดูภาคผนวก ค.) อาคารที่นำเสนอจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังเท่ากับ 27.35 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเท่ากับ 17.97 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเทียบกับอาคารเดิมซึ่งมีค่าเท่ากับ 36.31 และ 62.50 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ จะพบว่า อาคารที่นำเสนอจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังน้อยกว่า 9.96 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 1.3 เท่า และมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาน้อยกว่าถึง 44.53 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 3.5 เท่า ซึ่งมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดค่ามาตรฐานของผนังไว้ห้ามเกิน 45.00 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่ามาตรฐานของหลังคาห้ามเกิน 25.00 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นอาคารนี้จะมีค่าที่ต่ำกว่าทั้งผนังและหลังคาซึ่งถือว่าดีมาก

6.3 การคำนวณและเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร

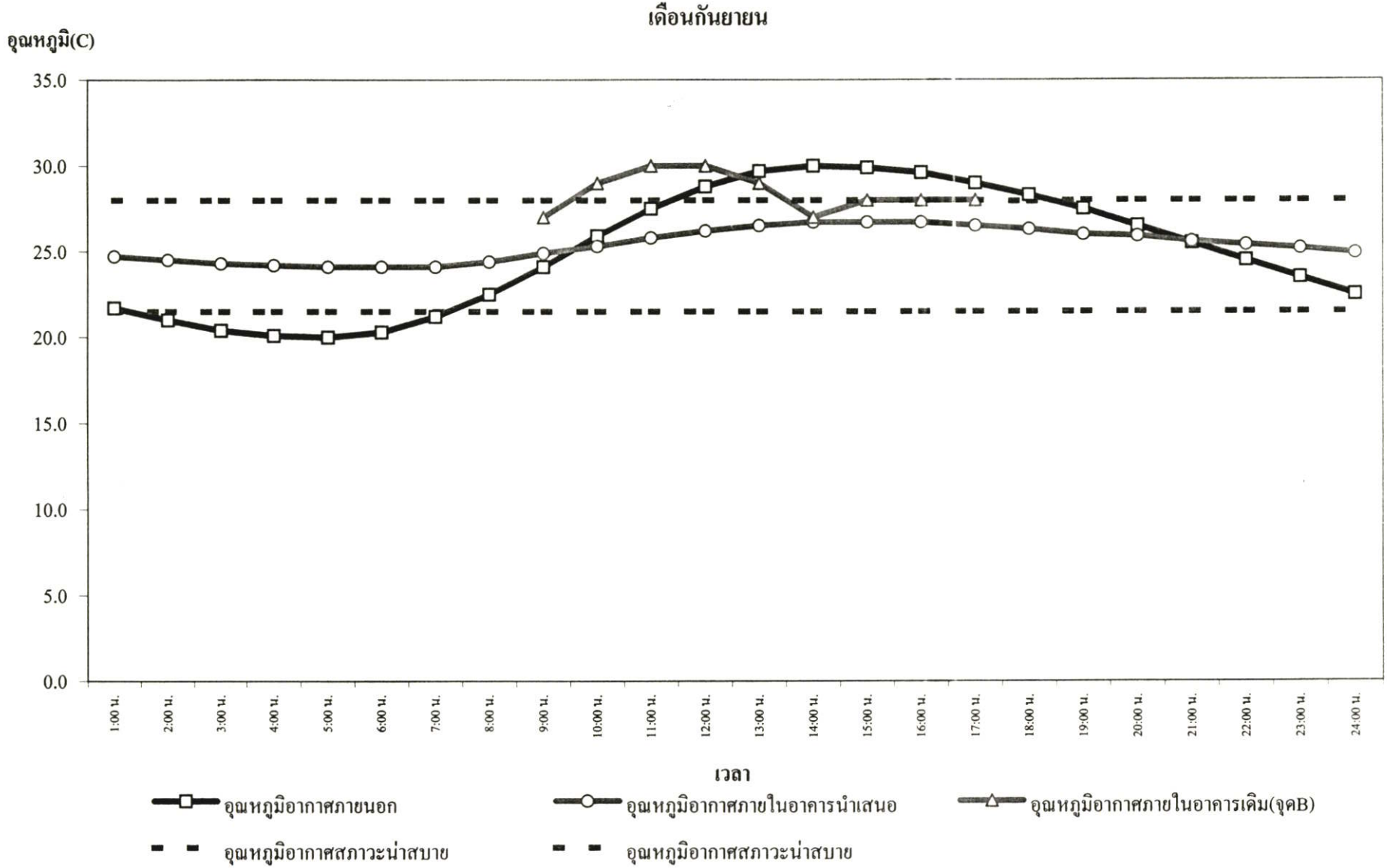
ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ARCHIPAK Version 6.0 (ดูภาคผนวก ง.) จะกำหนดการคำนวณในเดือนที่มีวันวิกฤติ คือ เดือนมีนาคม เดือนมิถุนายน เดือนกันยายน และเดือนธันวาคม โดยจะถือว่าครอบคลุมสภาพภูมิอากาศของทั้งปี และกำหนดจุดที่ทำการทดสอบเป็นภายในห้องพัก ทั้งนี้ช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดของปีในเดือนเมษายนจะไม่นำมาประเมินผลเนื่องจากเป็นช่วงปิดภาคเรียนและนักศึกษาส่วนใหญ่กลับภูมิลำเนา ผลปรากฏว่าอาคารที่นำเสนอจะมีอุณหภูมิภายในอาคารเย็นกว่าอุณหภูมิภายนอกถึง 2.5 – 3.9 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการทดลองวัดสภาพภูมิอากาศอาคารกรณีศึกษา พบว่าอุณหภูมิภายในอาคารจะลดลงเพียง 1.0 – 2.0 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิภายนอกเท่านั้น จะเห็นได้ว่าอาคารที่นำเสนอรูปแบบเปลือกอาคารใหม่นี้มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอาคารเดิม



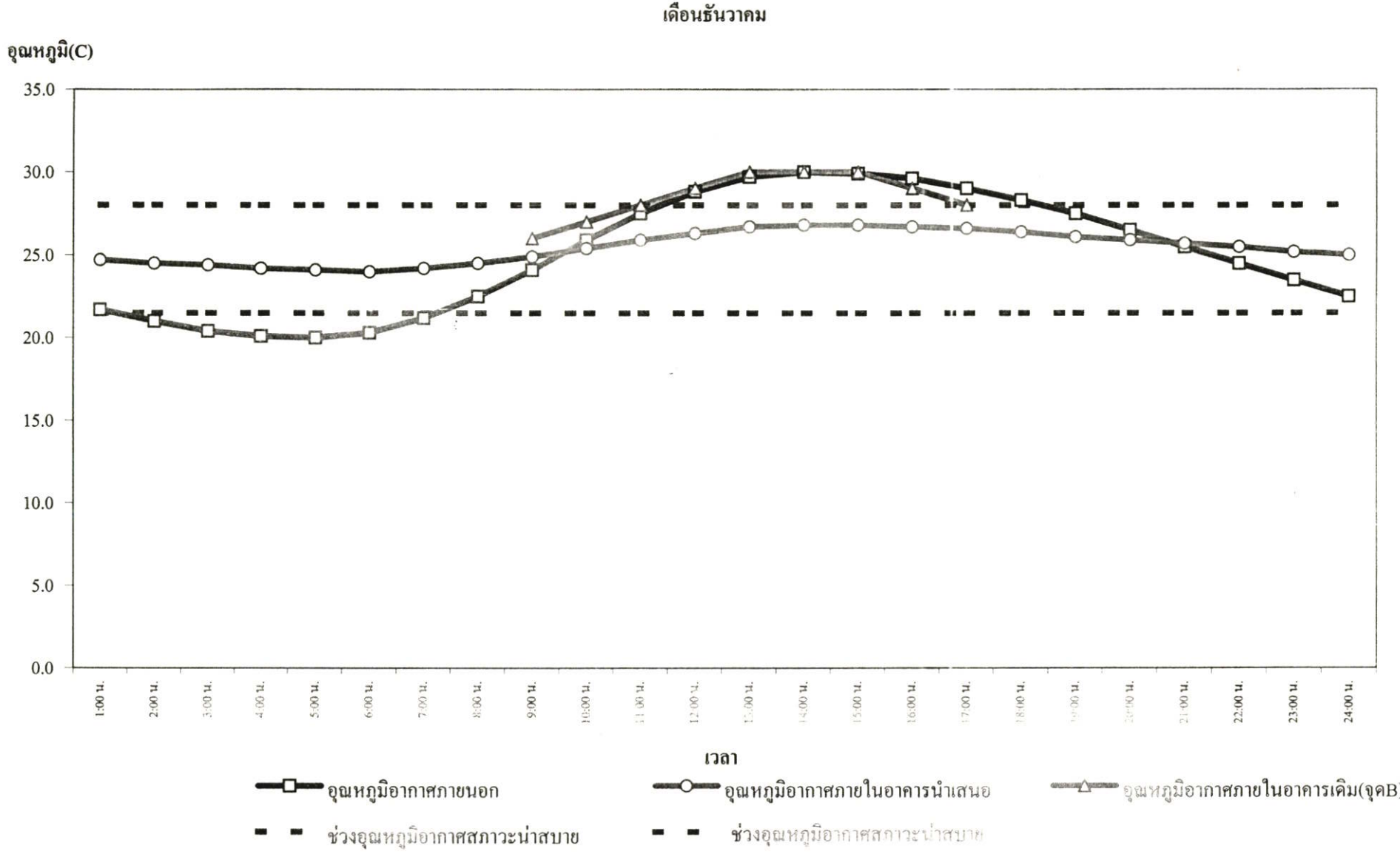
ภาพที่ 6.1 แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษาในช่วงเดือนมีนาคม



ภาพที่ 6.2 แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษาในช่วงเดือนมิถุนายน



ภาพที่ 6.3 แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษาในช่วงเดือนกันยายน



ภาพที่ 6.4 แสดงอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารที่นำเสนอเทียบกับอาคารกรณีศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม

6.4 การคำนวณและตรวจสอบพฤติกรรมการระบายอากาศจากการออกแบบ

6.4.1 การคำนวณอัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

ในการคำนวณอัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาตินี้ จะเป็นการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างอาคารที่นำเสนอและอาคารเดิม ดังนี้

$$\boxed{Q = EAV}$$

โดย Q = อัตราการระบายอากาศ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

A = พื้นที่ช่องเปิด (ตารางเมตร)

V = ความเร็วลมภายนอก (เมตร/วินาที)

E = Effective of opening

ลักษณะช่องเปิด	E
ประตู – หน้าต่าง	0.46
Louver, Fin	0.23
Jack-roof	0.21

<u>อาคารที่นำเสนอ</u>

$Q = EAV$

$= (0.46)(6.93)(0.275)$

$= 0.88$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

<u>อาคารเดิม</u>

$Q = EAV$

$= (0.46)(5.33)(0.275)$

$= 0.67$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

จากการคำนวณข้างต้น อัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาติของอาคารที่นำเสนอจะสูงกว่าอาคารเดิม 0.21 ลูกบาศก์เมตร/วินาที แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ช่องเปิดที่ออกแบบสำหรับอาคารที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมากกว่าอาคารเดิม

6.4.2 การคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบข้ามฟาก

ในการคำนวณอัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาตินี้ จะเป็นการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างอาคารที่นำเสนอและอาคารเดิม ดังนี้

$$\boxed{V(i) = 0.45\,(1 - e^{-3.84X})\,V(o)}$$

โดย V(i) = ความเร็วลมเฉลี่ยภายใน

V(o) = ความเร็วลมภายนอก

X = อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (ช่องลมเข้าและออกมีขนาดเท่ากัน)

อาคารที่นำเสนอ $V(i) = 0.45 (1 - e^{-3.84X}) V(o)$

$= 0.45 (1 - e^{-3.84 (0.61)}) (0.275)$

$= 0.87$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

อาคารเดิม $V(i) = 0.45 (1 - e^{-3.84X}) V(o)$

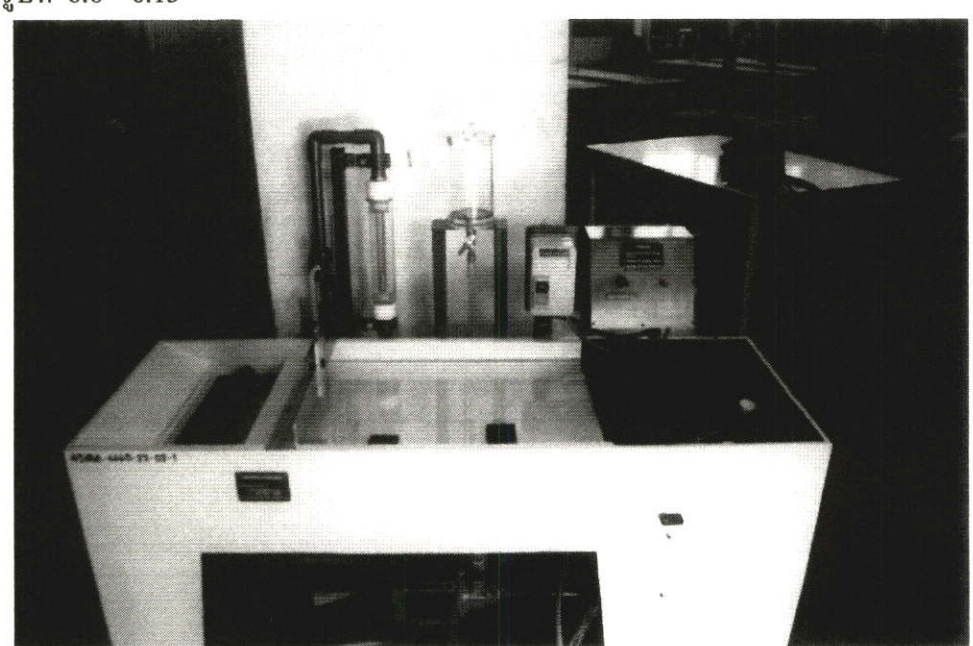
$= 0.45 (1 - e^{-3.84 (0.70)}) (0.275)$

$= 0.64$ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

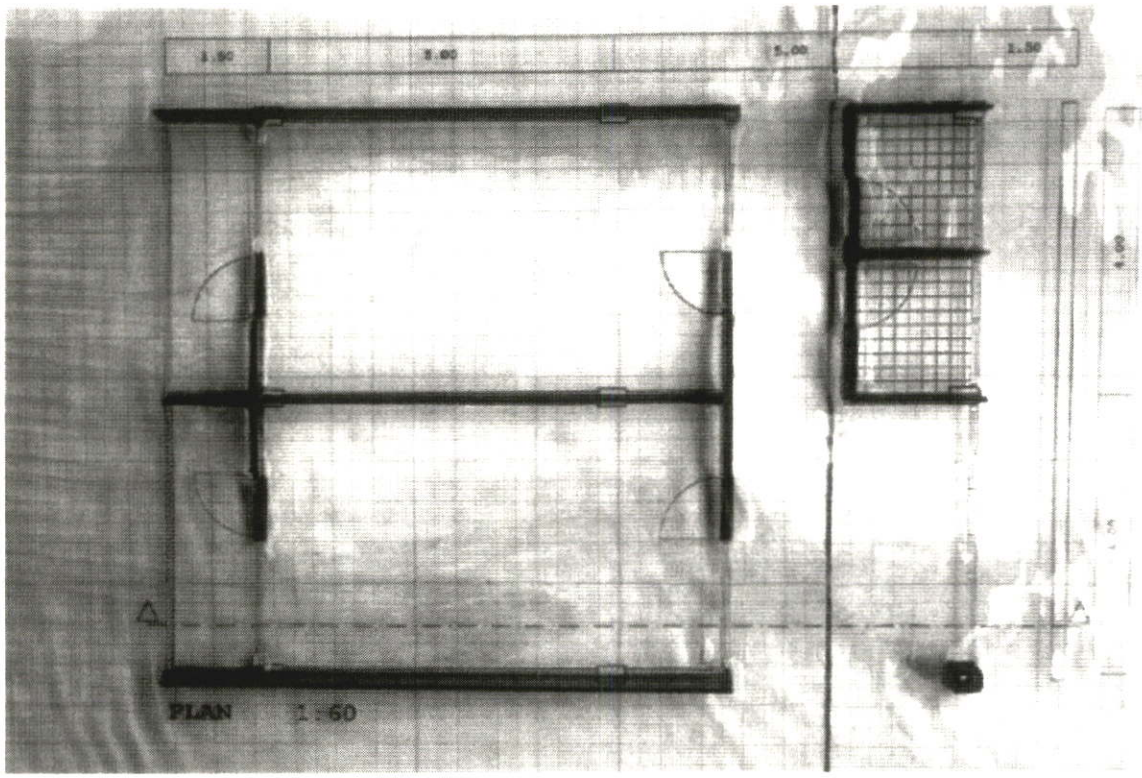
จากการคำนวณข้างต้น อัตราการระบายอากาศแบบข้ามฟากของอาคารที่นำเสนอจะสูงกว่าอาคารเดิม 0.23 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และมีอัตราใกล้เคียงกับอัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาติของอาคาร แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ช่องเปิดที่ออกแบบสำหรับอาคารที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมากกว่าอาคารเดิม

6.4.3 การตรวจสอบพฤติกรรมการระบายอากาศโดยแบบจำลอง

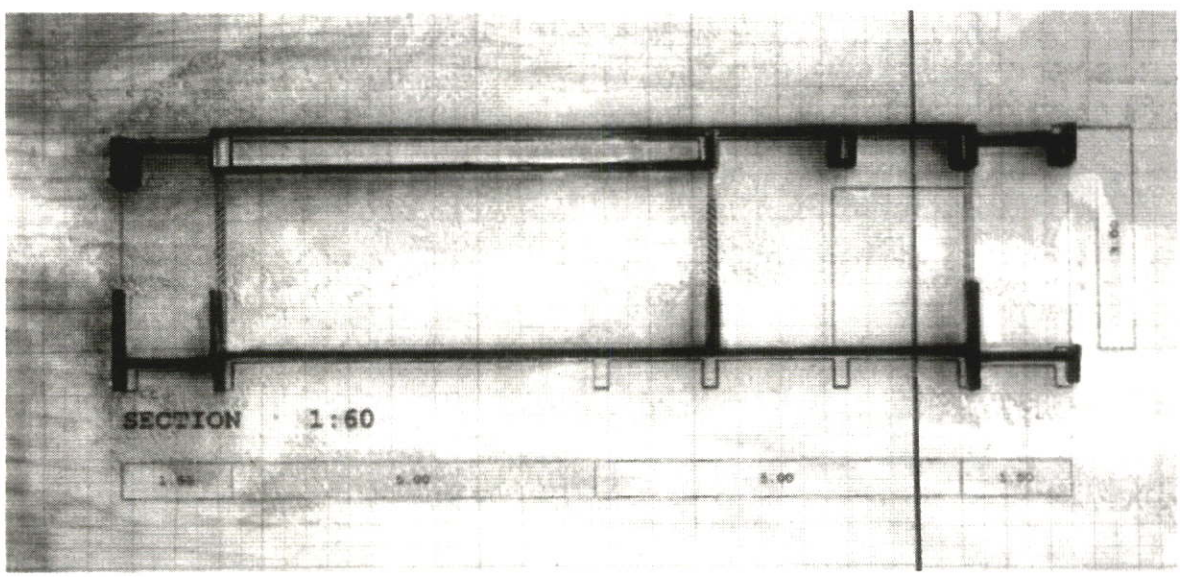
นอกเหนือจากการคำนวณเปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศแล้ว เรายังสามารถทดสอบการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในอาคารได้โดยการทำแบบจำลองเพื่อทำการทดสอบกับโต๊ะน้ำ (Flow Visualizer) (ภาพที่ 6.5) ซึ่งเป็นการทดลองเชิงเปรียบเทียบให้เห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของกระแสลมภายในอาคาร ในที่นี้จะมุ่งเน้นเฉพาะการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักเท่านั้น จากการทดลอง พบว่าภายในห้องพักของอาคารที่นำเสนอมีการเคลื่อนที่ของกระแสลมดีกว่าอาคารเดิมทั้งลมจากทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ในหน้าร้อนและลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในหน้าหนาว ซึ่งกระแสลมดังกล่าวเป็นกระแสลมส่วนใหญ่ของทั้งปี ดังรูปที่ 6.6 – 6.13



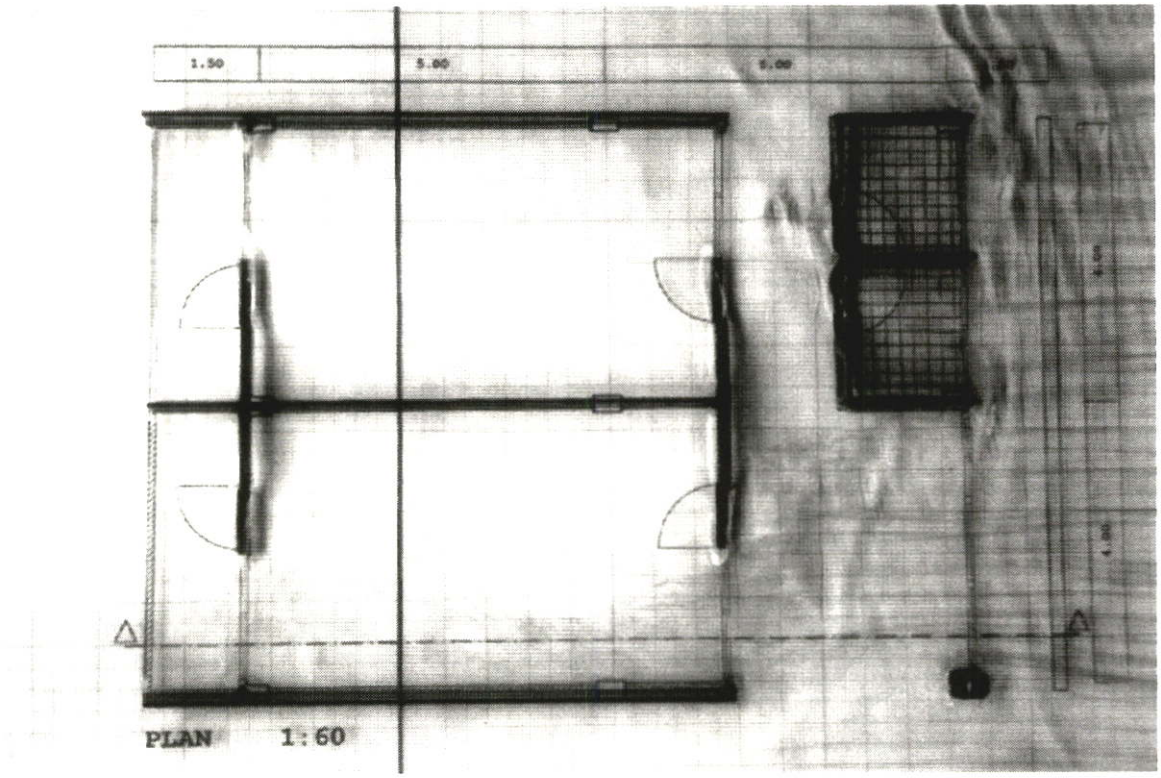
ภาพที่ 6.5 แสดงรูปแบบโต๊ะน้ำ (Flow Visualizer)



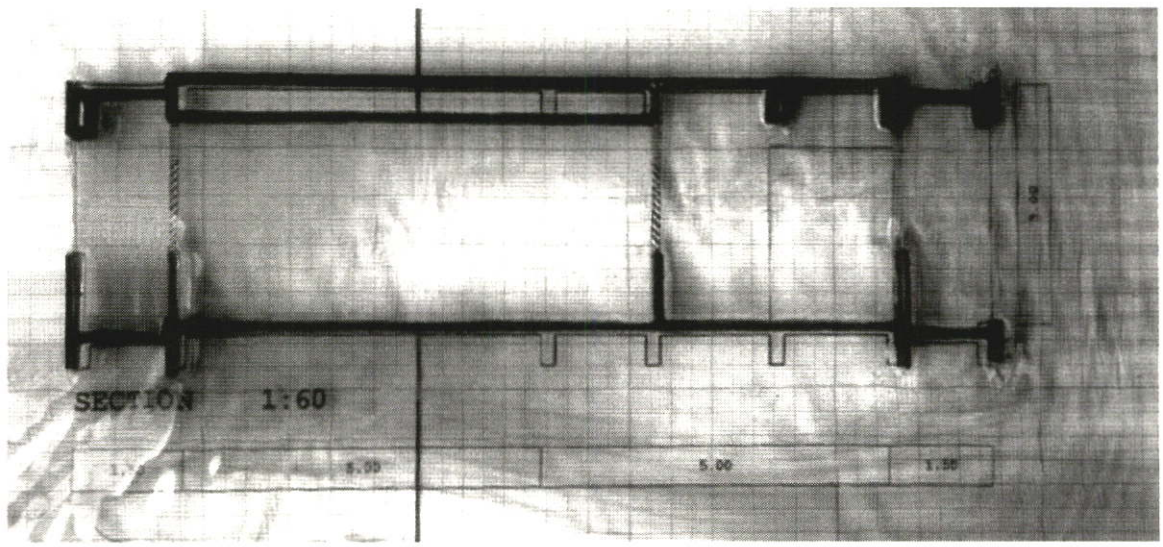
ภาพที่ 6.6 ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารเดิม)



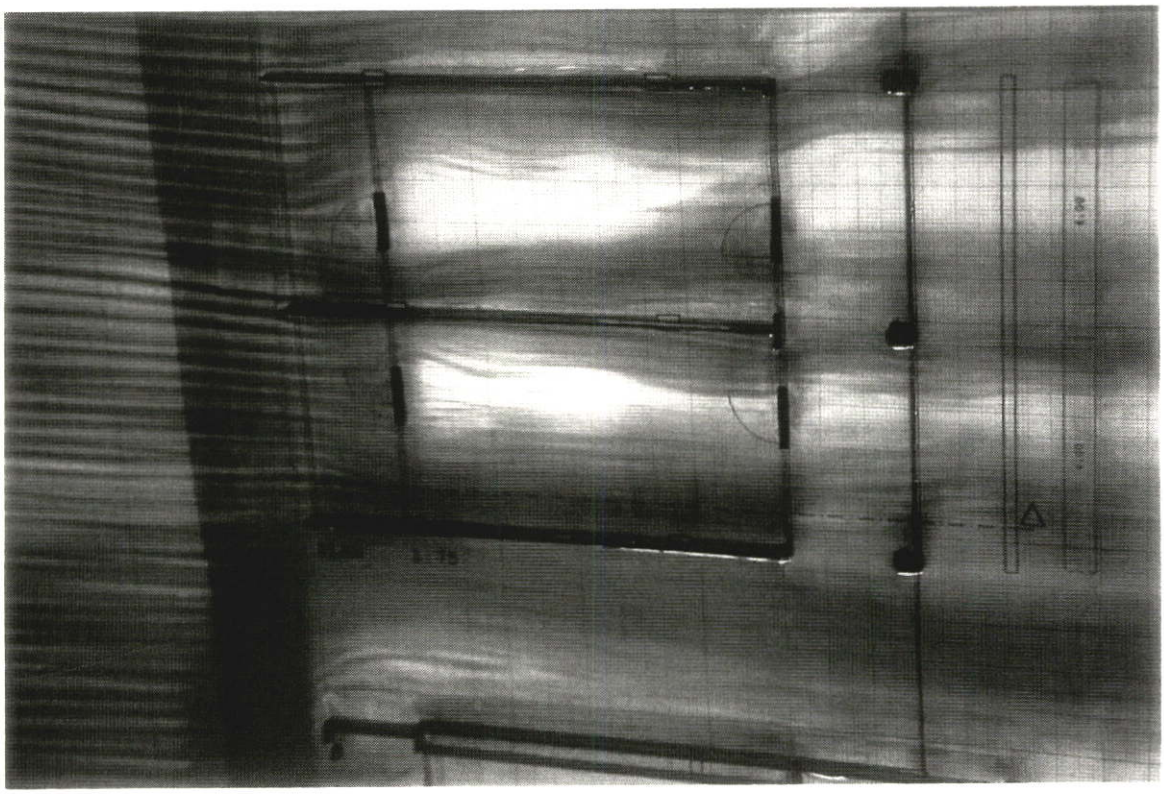
ภาพที่ 6.7 รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารเดิม)



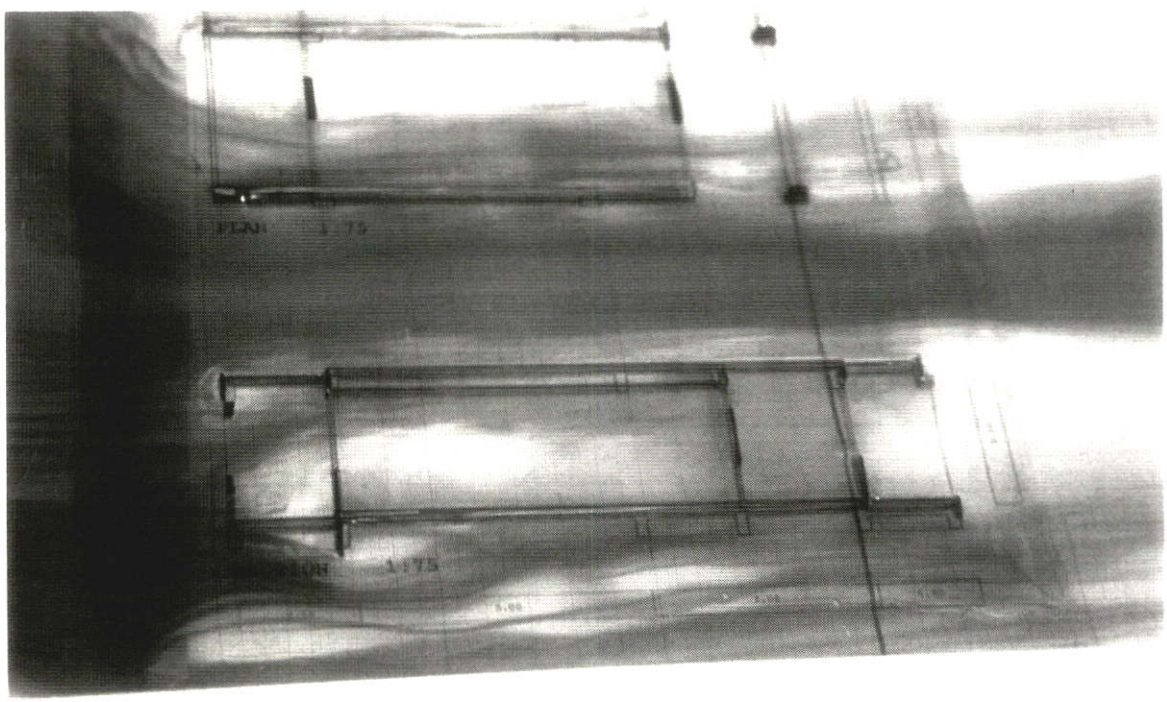
ภาพที่ 6.8 ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารเดิม)



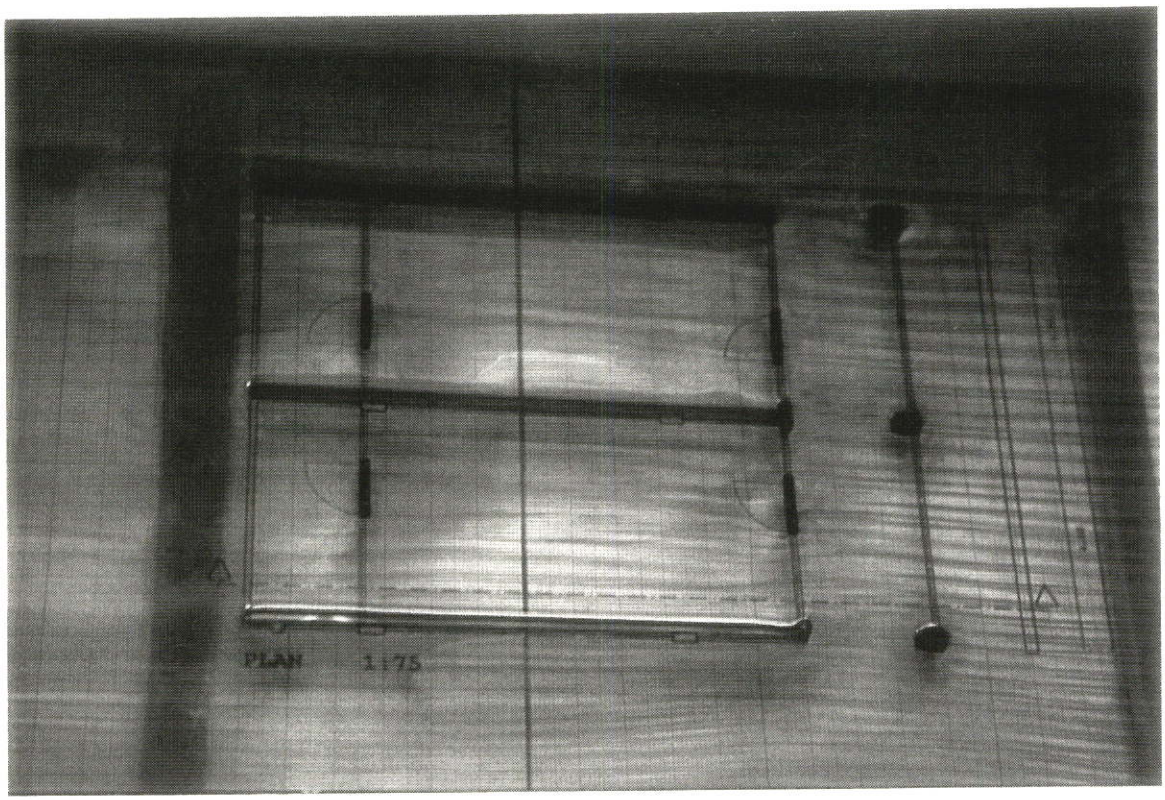
ภาพที่ 6.9 รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารเดิม)



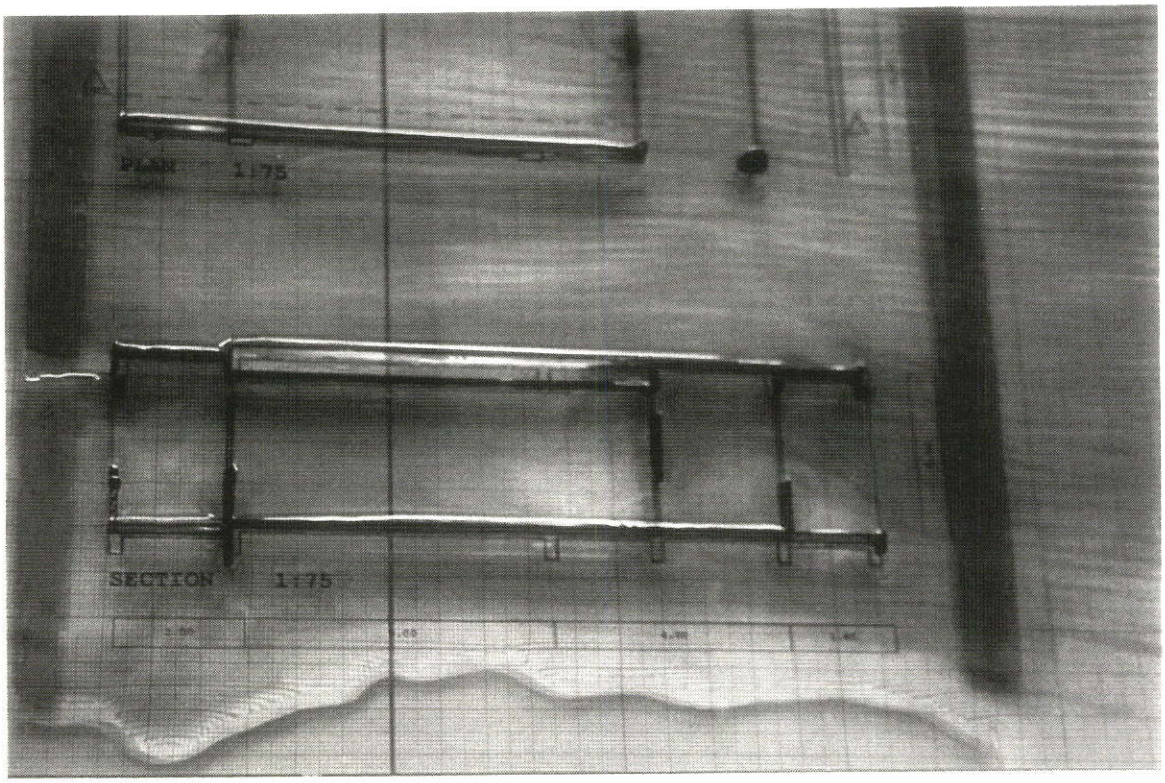
ภาพที่ 6.10 ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารนำเสนอ)



ภาพที่ 6.11 รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศใต้ (อาคารนำเสนอ)



ภาพที่ 6.12 ผังแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารนำเสนอ)

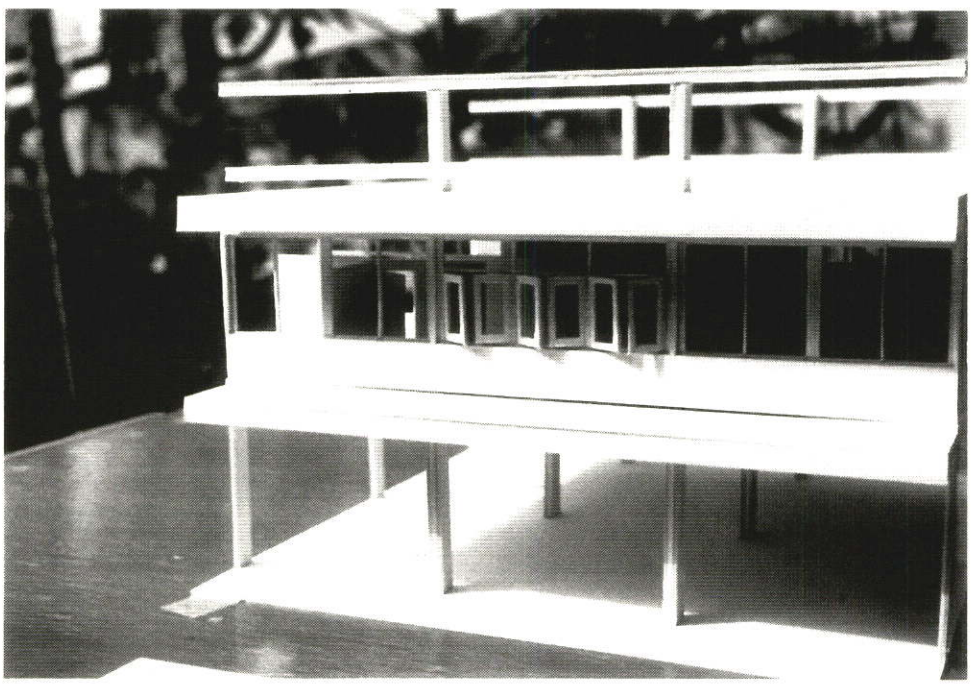


ภาพที่ 6.13 รูปตัดแสดงการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในห้องพักที่เกิดจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อาคารนำเสนอ)

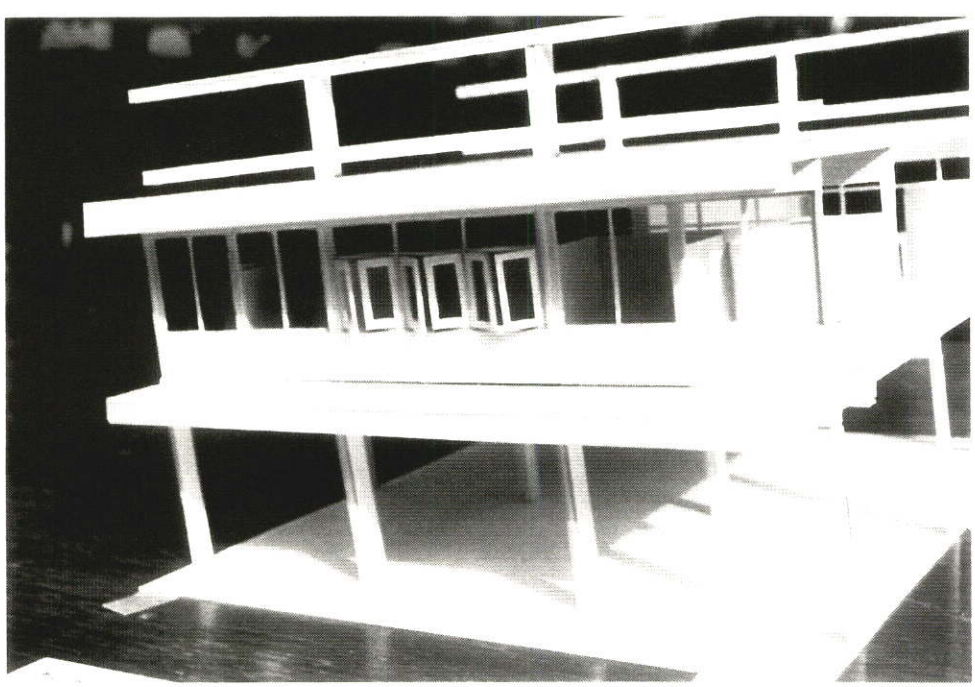
6.5 การทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดด

การทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดโดยโต๊ะแสดงเงา แสดงผลได้ดังนี้

ทิศเหนือ 22 มิถุนายน เวลา 09.00 น.	แสดงเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดด

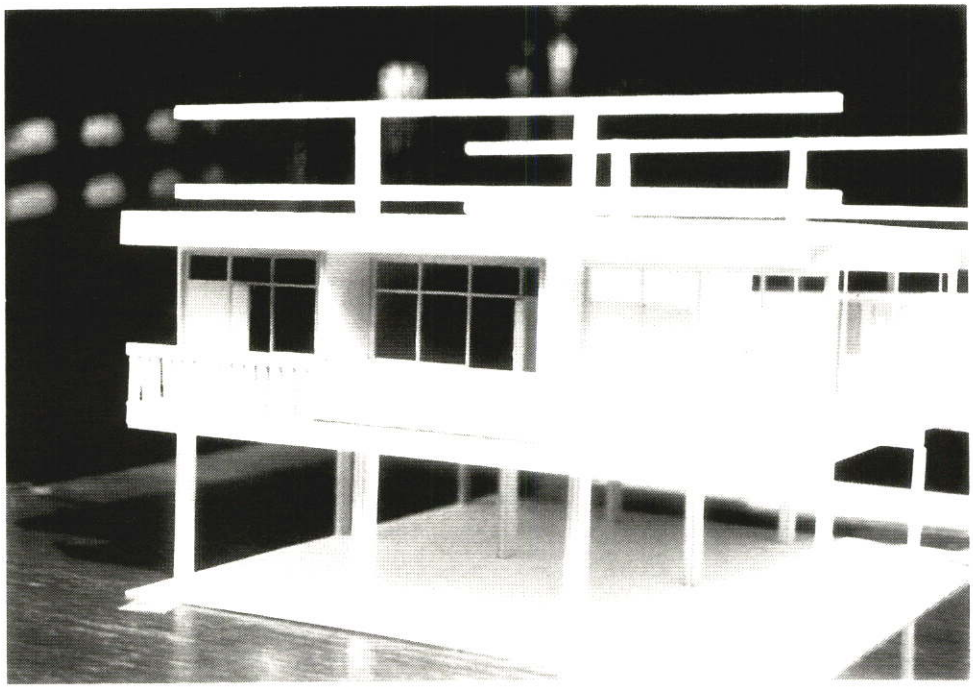


ทิศเหนือ 22 มิถุนายน เวลา 16.00 น.	แสดงเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดด



ภาพที่ 6.14 แสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดทางทิศเหนือ

ทิศใต้ 22 ธันวาคม เวลา 09.00 น.	แสดงเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดด



ทิศใต้ 22 ธันวาคม เวลา 16.00 น.	แสดงเงาที่เกิดจากอุปกรณ์บังแดด

ภาพที่ 6.15 แสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดทางทิศใต้

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดดของอุปกรณ์บังแดด จะพบว่ารูปแบบอุปกรณ์บังแดดที่นำเสนอสามารถป้องกันแสงแดดโดยตรงไม่ให้ทะลุผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคารในช่วงเวลา 9.00 – 16.00 น. ได้ตลอดทั้งปี

บทที่ 7
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลของการวิจัยและประเมินผลพบว่าการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของเปลือกอาคารทั้งในส่วนของผนังทึบ ช่องเปิด และหลังคาสามารถทำให้ความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ในอาคารลดลง และเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมสภาวะน่าสบายในอาคารสูงขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนดังกล่าวสามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. การปรับปรุงคุณสมบัติของผนังทึบ

ผนังของอาคารเดิมส่วนใหญ่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 0.10 เมตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 3.571 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน เมื่อเปลี่ยนวัสดุเป็นผนังคอนกรีตมวลเบา หนา 0.095 ม. ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพียง 1.284 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน นอกจากนี้ในการออกแบบยังเลือกใช้สีและพื้นผิวของผนังที่เป็นสีสว่าง ซึ่งมีค่าการดูดกลืนความร้อนน้อย จึงทำให้คุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของผนังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การปรับปรุงคุณสมบัติของช่องเปิด

ในส่วนของช่องเปิดยังคงมีลักษณะเป็นบานเปิดบานเกล็ด เนื่องจากหน้าต่างชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศที่ดี วัสดุที่ใช้เป็นกรอบบานไม้จริงลูกฟักกระจกใส บานเกล็ดปรับองศาเป็นกระจกใสและกระจกฝ้า (ในส่วนของห้องน้ำ) ซึ่งมีสัดส่วนขนาดของช่องเปิดประมาณ 40 -80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง ตำแหน่งของช่องเปิดอยู่ในตำแหน่งของช่วงตัวที่ระดับ 0.90-2.40 เมตร โดยกำหนดตำแหน่งของช่องลมเข้าอยู่ตรงข้ามกับช่องลมออกทางทิศเหนือ-ใต้ ในลักษณะการระบายอากาศแบบข้ามฟาก นอกจากนี้ที่ด้านล่างของหน้าต่างบานเกล็ดด้านที่ติดกับทางเดินได้ออกแบบให้มีช่องบานเกล็ดไม้ติดตายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศได้มากขึ้น และจากการคำนวณพบว่าอาคารที่นำเสนอมีอัตราการระบายอากาศโดยธรรมชาติประมาณ 0.88 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งมีสูงกว่าอัตราการระบายอากาศอาคารเดิมประมาณ 0.21 ลูกบากศก์เมตรต่อวินาที แสดงว่าคุณสมบัติในการระบายอากาศของอาคารที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสูงกว่าอาคารเดิม

3. การปรับปรุงคุณสมบัติของหลังคา

หลังคาของอาคารเดิมเป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.20 เมตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนประมาณ 2.513 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน เมื่อเพิ่มฉนวนใยแก้ว หนา 2 นิ้ว ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเหลือเพียง 0.367 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน จึงทำให้คุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของหลังคามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

4. การปรับปรุงคุณสมบัติของอุปกรณ์บังแดด

รูปแบบและลักษณะของอุปกรณ์บังแดดของอาคารที่นำเสนอนั้น ในส่วนด้านทิศใต้เป็นแผงกันแดดแนวนอนยื่นออกจากตัวอาคารประมาณ 2.00 เมตร ส่วนด้านทิศตะวันออกและตะวันตกจะเป็นอุปกรณ์บังแดดทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ยื่นออกจากตัวอาคาร ประมาณ 1.50 เมตร ในส่วนด้านทิศเหนือเป็นแผงกันแดดแนวนอนยื่นออกจากตัวอาคารประมาณ 1.80 เมตร โดยวัสดุที่ใช้เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก จึงทำให้คุณสมบัติในการป้องกันอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยในการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆของเปลือกอาคาร เมื่อทดสอบผลของการออกแบบโดยใช้การคำนวณด้วยโปรมแกรม OTTV version 1.0a พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังลดลงประมาณ 9.00 วัตต์ต่อตารางเมตร (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารเดิม 36.31 วัตต์ต่อตารางเมตร) ซึ่งค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารที่นำเสนอเหลือเพียง 27.37 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคารเดิม 62.50 วัตต์ต่อตารางเมตร ลดลงถึง 44.53 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาของอาคารที่นำเสนอจะมีค่าเท่ากับ 17.97 วัตต์ต่อตารางเมตร แสดงว่าอาคารที่นำเสนอสามารถลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ด้วยโปรแกรม ARCHIPAK version 6.0 พบว่าสามารถทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร 2.5-3.9 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิส่วนใหญ่อยู่ในเขตความสบาย นอกเหนือจากเดือนมิถุนายน ในช่วงเวลา 14.00 – 16.00 น. ที่จะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าเขตความสบายอยู่ประมาณ 1.0 องศาเซลเซียส ในขณะที่อาคารเดิมมีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารประมาณ 1.0-2.0 องศาเซลเซียส ดังนั้นจากผลของการประเมินดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าอาคารที่นำเสนอสามารถสร้างสภาวะน่าสบายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลดีต่อการประหยัดการใช้พลังงานในช่วยปรับสภาวะอากาศภายในอาคารได้

จากการทดสอบและประเมินผลงานวิจัย จะเห็นว่า การนำเสนอรูปแบบเปลือกอาคาร รูปแบบและตำแหน่งช่องเปิด และอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม สามารถทำให้อุณหภูมิภายในเย็นขึ้น มีความเหมาะสมกับการพักอาศัยมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มที่จะลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับการใช้พัดลมช่วยในการปรับสภาวะความสบายลดลง หากแต่ในช่วงที่สภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงเกินขีดความสบายมากๆ การใช้พัดลมเข้ามาช่วยในการปรับสภาวะความสบายนั้นจึงยังมีความจำเป็นอยู่ โดยจะเป็นการใช้พัดลมแบบตั้งพื้นหรือตั้งโต๊ะ ซึ่งประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการเปิด

ใช้เครื่องปรับอากาศ อันเป็นอุปกรณ์ที่สามารถช่วยให้เกิดความสบายในระดับหนึ่งที่ใช้พลังงานต่ำ และความเร็วของพัดลมมากที่สุดที่จะสามารถนำมาใช้ได้จะมีค่าอยู่ที่ 5.00 เมตรต่อวินาที เนื่องจากเป็นความเร็วลมที่จะไม่ก่อความรำคาญและกระดาษปลิว (จาก "การกำหนดความเร็วลมที่ผิวพื้น ของกรมอุตุนิยมวิทยา) ซึ่งในการออกแบบอาคารประเภทหอพักนี้หากมีการนำเสนอรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับในแต่ละที่ตั้งแล้ว สามารถจะทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความสบายทางอุณหภูมิโดยเสียพลังงานในการปรับสภาวะอากาศในส่วนน้อย ทั้งนี้การออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงานจะต้องสัมพันธ์กับงานด้านสถาปัตยกรรมและอื่นๆ เช่น การวางทิศทางของอาคาร ลักษณะอาคารถาวรข้างเคียง รูปร่างของอาคาร วัสดุประกอบอาคาร การบังแดด ฉนวนกันความร้อน งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ตำแหน่งห้องเครื่อง ค่าการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดของตัวอาคาร เป็นต้น

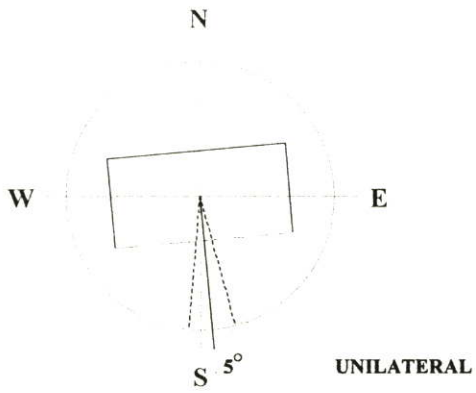
ผลสรุปจากการวิจัยนี้พบว่า การออกแบบที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อมจะสามารถสร้างสภาวะน่าสบายแก่ผู้ใช้อาคารและก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลที่ได้รับดังกล่าวนั้นสามารถนำมาเสนอแนะแนวทางพิจารณาสำหรับการออกแบบอาคารพักอาศัยประเภทหอพัก ซึ่งแบ่งเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมที่ตั้งโครงการ

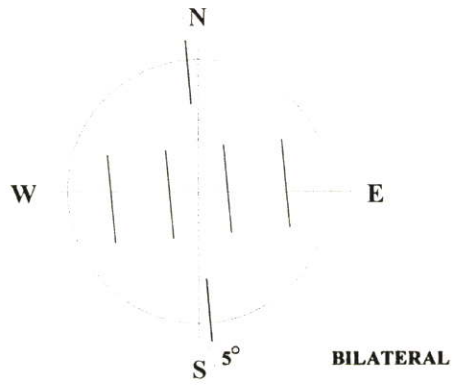
การออกแบบอาคารประเภทหอพักที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม สามารถเอื้อประโยชน์ต่ออาคารและการประหยัดพลังงานได้ เนื่องจากการมีสภาพแวดล้อมที่ดีจะช่วยลดปริมาณความร้อนโดยรอบอาคารลง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร สามารถสร้างสภาวะน่าสบายและช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารได้

2. รูปทรงและเส้นรอบรูปกรอบอาคาร

การออกแบบอาคารควรเลือกรูปทรงของอาคารที่มีพื้นที่รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ให้น้อยที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ดีที่สุด หมายถึง การมีรูปทรงและเส้นรอบรูปกรอบอาคารที่เหมาะสมในพื้นที่ใช้สอยเท่าๆ กัน และจากการศึกษาพบว่าลักษณะอาคารที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นควรมีลักษณะเป็นอาคารที่มีช่องเปิดด้านเดียว รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่หันส่วนสกัดไปในแกนทิศตะวันตกและตะวันออก และควรให้ด้านช่องเปิดเอียงทำมุมจากทิศใต้ไปทางตะวันออก 5° จนถึง 15° และถ้าเป็นอาคารแบบมีช่องเปิดสองข้าง ควรวางหันด้านผนังตันเฉียงทำมุม 15° กับทิศตะวันตกเบนไปทางทิศใต้ จนถึง 5° กับทิศตะวันตกเบนไปทางทิศเหนือ โดยอัตราส่วนระหว่างความกว้างและความยาวของอาคารที่เหมาะสมควรเป็น 1 : 3



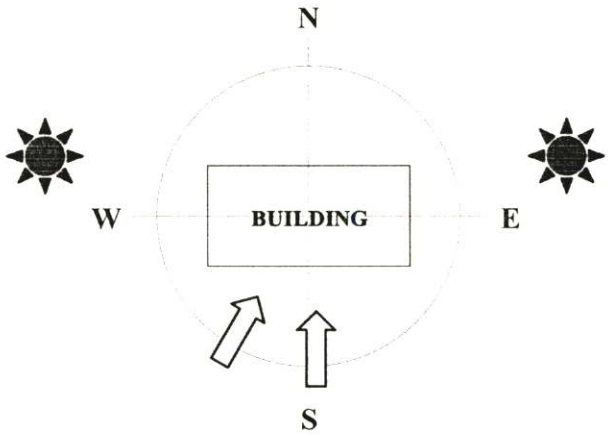
UNILATERAL



BILATERAL

3. การวางทิศทางแนวอาคาร

ทิศทางแนวอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารประเภทหอพักนั้นควรวางแนวอาคารให้ด้านสกัดของอาคารอยู่ในแนวทิศตะวันออกและตะวันตก เพื่อลดพื้นที่เปลือกอาคารที่จะได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งช่วยลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร และการวางแนวอาคารในลักษณะดังกล่าวทำให้สามารถรับลมธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถการระบายอากาศในอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น



4. การจัดวางผัง

การวางผังอาคาร ควรคำนึงถึงความสะดวกในการเคลื่อนย้ายกลุ่มคนจำนวนมาก ความเป็นส่วนสาธารณะและส่วนบุคคลเป็นหลัก โดยในส่วนสาธารณะหรือโถงซึ่งพลุกพล่านที่สุด ควรจะอยู่ในชั้นล่างสุด พื้นที่ส่วนกึ่งสาธารณะหรือส่วนกึ่งบุคคล ซึ่งพลุกพล่านน้อยกว่าจะอยู่ในชั้นถัดขึ้นไป ส่วนที่ต้องการความเป็นส่วนตัวสูงสุดจะถูกจัดวางในชั้นบน ทั้งนี้การกำหนดพื้นที่ใช้สอยในลักษณะนี้ นอกจากจะช่วยตัดปัญหาทางด้านความสับสนแก่ผู้ใช้อาคารแล้ว ยังช่วยในแง่การประหยัดทั้งทางด้านการบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายของอาคารด้วย

5. การกำหนดแกนสัญจรของอาคาร

อาคารประเภทหอพักหลายชั้น จะมีการต่อเนื่องกันในแต่ละชั้นได้สองทาง ทางแรกคือบันไดและทางที่สองคือลิฟต์ สำหรับอาคารที่ประกอบด้วยชั้นพื้น 3 ชั้นหรือ 4 ชั้น โดยทั่วไปจะมีการออกแบบบันไดไว้ใช้งานให้ความสะดวกสบายต่อการขึ้นลง บันไดจะใช้ในอาคารที่เรียกว่า "เดินขึ้น" (Walk – up) และลิฟต์ที่ใช้กับอาคารที่มีความสูงมากกว่า 3 ชั้นขึ้นไป

6. คุณสมบัติของเปลือกอาคาร

เปลือกอาคารเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แบ่งสภาพแวดล้อมภายนอกกับภายในอาคาร ทั้งยังเป็นส่วนที่ห่อหุ้มพื้นที่ภายในอาคารให้สามารถดำเนินกิจการต่างๆได้โดยไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก เปลือกอาคารจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาคารที่มีผลต่อสภาวะความสบายภายในอาคารเป็นอย่างมาก ดังนั้นการลดความร้อนที่ผ่านเปลือกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารจึงต้องเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดี กล่าวคือ มีค่าการต้านทานความร้อนสูง ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนต่ำ ค่าความจุความร้อนต่ำ และมีคุณสมบัติในการหน่วงความร้อนที่ยาวนานจะสามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี

ในส่วนของผนังทึบ ควรมีค่าการต้านทานความร้อนสูง ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนต่ำ และค่าความจุความร้อนต่ำ

ในส่วนของช่องเปิดอาคารควรเลือกรูปแบบที่เอื้อประโยชน์ต่อการนำกระแสลมธรรมชาติมาใช้เพื่อการระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง ในการออกแบบอาคารประเภทหอพักนั้นควรกำหนดตำแหน่ง ขนาดพื้นที่ของช่องเปิดให้เหมาะสมตามลักษณะที่ตั้ง และการเลือกใช้กระจกซึ่งเป็นวัสดุประกอบช่องเปิดนั้นควรเลือกกระจกที่มีค่าการส่งผ่านของแสงสูง แต่ให้ความร้อนเข้ามาได้น้อย (มีค่า R-Value สูง) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการบังเงาต่ำ

นอกจากนี้คุณสมบัติเปลือกอาคารในส่วนหลังคาของอาคารควรมีค่าการต้านทานความร้อนสูง มีสีของหลังคาที่มีค่าความสามารถในการดูดกลืนความร้อนและค่าการเปล่งรังสีต่ำๆ จะสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของหลังคาได้เป็นอย่างดี

5. อุปกรณ์บังแดด

ปัจจัยที่สำคัญควรคำนึงถึงในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด คือ ตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ออกแบบจึงจะต้องทราบช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันแสงแดด รวมถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาดังกล่าว เพื่อที่จะสามารถกำหนดรูปแบบ ระยะยื่น วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์บังแดดได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

สำหรับอาคารเก่าและอาคารที่ใช้งานอยู่แล้ว มีความลำบากมากสำหรับการจะประหยัดพลังงานในอาคารเหล่านี้ เพราะจากการดำเนินงานทางด้านประหยัดพลังงานในอาคารเดิมหรือเก่าจะพบปัญหาและอุปสรรคมากมายเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารและระบบที่ใช้ ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องแก้ไขพยายามแก้ไขในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง ลักษณะของตัวอาคารหรือวัสดุที่ใช้ ซึ่งเป็นส่วนของตัวอาคารที่สามารถแก้ไขได้ง่ายและสะดวก และพยายามแก้ไขระบบประกอบอาคารให้น้อยที่สุด ในการเริ่มต้นของทุกอาคารควรจะปรับปรุง ได้แก่ ฉนวนกันความร้อนสำหรับตัวอาคารหลังคา ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

นอกจากนี้อาจมีการพัฒนาวัสดุใหม่ๆเข้ามาช่วยให้อาคารมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในอนาคต

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538. **พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 และกฎกระทรวง ว่าด้วยกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม**. กรุงเทพฯ : ทีซีจี พริ้นติ้ง.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. มปป. **วิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน 1**, เอกสารประกอบการบรรยาย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. มปป. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. 2537. **เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด. 2540. **แผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย**, เอกสารประกอบการบรรยาย. กรุงเทพฯ : กระเบื้องหลังคาซีแพค.

ประทีป มาลากุล, ม.ล. และคณะ. 2527. **การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชญา รังสิรักษ์. มปป. **แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พาศนา ตัณฑลักษณ์. 2527. **ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร**. กรุงเทพฯ : พิทักษ์อักษร.

พงษ์พัฒน์ มั่งคั่ง. มปป. **วิธีการปรับปรุงอาคารเดิมให้มีผลในการอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ : มปส.

วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2531. **ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุกิตย์ เทพมังกร. 2542. **Wind Tunnel Test**. Engineering Transactions, Vol.2 No.2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

สุนทร บุญญาธิการและธนิต จินดาวณิค. 2536. **การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย**, รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. มปป. **โครงการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์. 2536. **ประสิทธิภาพเชิงปริทัศน์ของพลังงานทั้งอาคาร**, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องกฎหมายอนุรักษ์พลังงานผลกระทบและทางออกในการออกแบบสถาปัตยกรรมสมัยใหม่. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2538. **รายงานการสำรวจหอพัก พ.ศ.2537**. กรุงเทพฯ : สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

อนุสรณ์ จ๋วงพานิช. 2538. **การออกแบบอาคารอพาร์ทเม้นท์**, เอกสารประกอบการเรียนวิชาออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรศิริ ปาณินท์. มปป. **การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Givoni, B. 1969. **Man, Climate and Architecture**. London : Elsevier Architectural Science Series.

Kreider, J.F. and Kreith, F. 1982. **Solar Heating and Cooling Active and Passive Design**. 2nd Ed. New York : n.p.

Olgyay, V. 1992. **Design with Climate : Bioclimatic Approach to Architecture Regionalism**. New Jersey : Princeton University Press.

TG Cadabra. 1995. **Energy - Efficient Design of Buildings in Thailand**. 2nd Ed. Bangkok : Thai Gypsum Products Public.

Wattanaworngkiri, P. 1985. **Measurement of Wind Flow & Effects around Building and Ventilation Studies**, Course of Training in Singapore. Singapore : n.p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ระเบียบหอพักนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2538

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดให้มีหอพักนิสิตเพื่อให้นิสิตได้มีโอกาสอยู่ร่วมกันกับเพื่อนนิสิต เป็นการอบรมให้มีน้ำใจรักหมู่คณะ รู้จักการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย และได้ฝึกหัดปฏิบัติงานตามความต้องการในหลักสูตรโดยสะดวก

เนื่องจากนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีจำนวนมากขึ้นเป็นลำดับทุกปี การจัดหอพักให้นิสิตทุกคนอยู่ในมหาวิทยาลัยย่อมทำไม่ได้ เพราะมหาวิทยาลัยมีหอพักจำกัด จึงได้พิจารณาจัดให้นิสิตที่มีภูมิลำเนาอยู่ต่างจังหวัดและหาที่พักในกรุงเทพมหานครไม่ได้ เข้าพักอยู่ในหอพักเท่าที่จะจัดให้ได้ภายใต้ระเบียบดังนี้

ข้อ 1 นิสิตที่มีความจำเป็น และมีความประสงค์จะขออยู่หอพักของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จะต้องมีภูมิลำเนาอยู่ต่างจังหวัดและไม่มีที่พักในกรุงเทพมหานครหรือนิสิตที่มีหน้าที่เกี่ยวกับกิจกรรมส่วนรวมขององค์การนิสิต หากปรากฏว่านิสิตผู้ได้รับสิทธิให้อยู่หอพักปฏิบัติตนฝ่าฝืนระเบียบเกี่ยวกับการอยู่หอพักหรือมีความผิดทางวินัย นิสิตจะต้องถูกถอนสิทธิการอยู่หอพักทันที

ข้อ 2 นิสิตที่มีสิทธิเข้าอยู่หอพักจะต้องยื่นความจำนงตามแบบคำร้องของกองกิจการนิสิต และชำระค่าธรรมเนียมหอพักในเวลาที่กำหนด

ข้อ 3 ในกรณีการสมัครอยู่หอพักต่อของนิสิตที่พักในหอพักอยู่เดิม จะต้องได้รับการเห็นชอบจากหัว - หน้าหอพัก อาจารย์ที่ปรึกษาประจำหอพักและหน่วยหอพัก

ข้อ 4 นิสิตที่จะเข้าพักในหอพัก ต้องเป็นผู้ที่มหาวิทยาลัยได้ตรวจสอบเชื่อแน่ว่าไม่มีโรคติดต่อใดๆ ที่สังคมรังเกียจ

ข้อ 5 เจ้าหน้าที่จะจัดนิสิตเข้าประจำหอพักตามความเหมาะสม การโยกย้ายจักต้องได้รับอนุญาต จากเจ้าหน้าที่หอพักก่อน

ข้อ 6 นิสิตผู้ใดได้รับสิทธิการเข้าพักในหอพักตามระเบียบนี้ จะต้องเข้าพักในหอพักที่เจ้าหน้าที่หอพักจัดให้ภายใน 15 วัน นับแต่วันเปิดภาคเรียน มิฉะนั้นจะถือว่าสละสิทธิและจะไม่คืนเงินค่าหอพักให้

ข้อ 7 ในระหว่างปิดภาคเรียน นิสิตต้องขนย้ายของใช้ส่วนตัวออกจากห้องพักให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 7 วัน นับแต่วันปิดเรียน หากนิสิตคนใดไม่ปฏิบัติดังกล่าว มหาวิทยาลัยจะไม่รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อทรัพย์สินนั้นๆ

ข้อ 8 ในระหว่างปิดเรียนภาคปลาย นิสิตคนใดประสงค์จะพักอยู่ในหอพักให้ยื่นใบแสดงความจำนงภายในกำหนด เมื่อได้รับอนุมัติและชำระเงินค่าหอพักแล้วจึงไปรับบัตรเข้าหอพัก ณ หน่วยหอ-พัก กองกิจการนิสิต

ข้อ 9 การจัดหอพักในระหว่างปิดภาคเรียน เจ้าหน้าที่จะจัดให้พักรวมกันในหอพักหรือตึกพัก ใดๆ สุดแต่ความเหมาะสม

ข้อ 10 นิสิตที่ต้องเดินทางไปฝึกงานภาคสนามและประสงค์จะพักอยู่ชั่วคราวเกิน 7 วัน หลังจากวันปิดภาคเรียนภาคปลาย ให้ยื่นคำร้องขออยู่หอพักต่อเจ้าหน้าที่หอพัก

ข้อ 11 นิสิตที่กลับจากฝึกงานภาคสนาม และจำเป็นจะต้องพักอยู่ชั่วคราว อาจอนุญาตให้พักในหอพักชั่วคราวที่กำหนดไม่เกิน 7 วัน

ข้อ 12 นิสิตจะโอนสิทธิการเข้าอยู่หอพักให้แก่นิสิตผู้อื่นไม่ได้

ข้อ 13 บุคคลอื่นที่มิได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยจะเข้าพักอาศัยในหอพักนิสิตไม่ได้

ข้อ 14 นิสิตไม่ควรนำของมีค่ามาเก็บไว้ในหอพักหากมีการสูญหายเกิดขึ้นมหาวิทยาลัยจะไม่รับผิดชอบ

ข้อ 15 นิสิตที่อยู่ในหอพักต้องช่วยกันดูแลสิ่งของเครื่องใช้ ตลอดจนอุปกรณ์ของส่วนรวมให้อยู่ในสภาพดีและไม่เสียหาย ถ้าหากปรากฏว่า ชำรุดเสียหายโดยเจตนาหรือความประมาทเลินเล่อของนิสิตคนใดผู้นั้นต้องรับผิดชอบ หากไม่ปรากฏผู้กระทำผิดต้องรับผิดชอบและชดใช้ร่วมกัน

ข้อ 16 นิสิตที่เรียนครบตามหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยกำหนด หรือจบการศึกษาจะหมดสิทธิการอยู่หอพักในภาคการศึกษาต่อไป

ข้อ 17 นิสิตจะต้องไม่ก่อความวุ่นวาย หรือแสดงพฤติกรรมที่ผิดต่อขนบธรรมเนียมประเพณีที่ดี เช่น ประพฤติผิดศีลธรรมเรื่องชู้สาว เล่นการพนัน ลักทรัพย์ ดื่มสุราหรือเสพยาเสพติด หากเกิดกรณีดังกล่าวมหาวิทยาลัยถือเป็นความผิดขั้นร้ายแรง หน่วยหอพักสามารถถอนสิทธิการอยู่หอพักได้ทันที

ข้อ 18 นิสิตที่พักในหอพัก หากไม่ดูแลและรักษาความสะอาดภายในห้องพักทางหน่วยหอพักสามารถถอนสิทธิการอยู่หอพักได้ เพราะถือว่าไม่ร่วมมือช่วยกันรักษาของส่วนรวม

ข้อ 19 ในหอพักหนึ่งให้นิสิตเลือกตั้งผู้แทนเป็นหัวหน้าหอพัก เพื่อทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ฝ่ายกิจการนิสิตและเป็นตัวแทนนิสิตในกิจกรรมต่างๆ หัวหน้าหอพักอาจเลือกรองหัวหน้าขึ้น หนึ่ง หรือ สองคน แล้วแต่จะเห็นสมควร

ข้อ 20 นิสิตต้องรักษามารยาท และระเบียบวินัยอันดี ต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของมหาวิทยาลัยและคำแนะนำของหัวหน้าหอพัก หรือเจ้าหน้าที่หอพักทุกประการ

ข้อ 21 นิสิตจะต้องรักษาซ่อมแซมเครื่องนอนที่หน่วยหอพักจ่ายให้ ตลอดจนต้องรักษาความสะอาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยทั้งภายในและภายนอกอาคารที่พัก

ข้อ 22 นิสิตที่ประสงค์จะหารายได้ในบริเวณหอพักจะต้องได้รับอนุญาตจากกองกิจการนิสิตก่อน

ข้อ 23 นิสิตจะต้องประพฤติและปฏิบัติตนอย่างเหมาะสม ไม่ขัดต่อระเบียบข้อบังคับของมหาวิทยาลัย ส่วนนิสิตหญิงต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อปฏิบัติในการอยู่หอพักหญิง

ข้อ 24 การใช้ไฟฟ้าให้นิสิตใช้โดยประหยัด เมื่อตนเองไม่อยู่ในห้องพักควรดับไฟทุกครั้ง

ข้อ 25 นิสิตที่ออกไปพักค้างนอกหอพักบ่อยครั้ง แสดงว่าไม่มีความจำเป็นที่จะอยู่หอพัก อาจถูกถอนสิทธิการอยู่หอพักในภาคต่อไป

ข้อ 26 นิสิตจะต้องเอาใจใส่ต่อข้อบังคับ ระเบียบ และประกาศเกี่ยวกับนิสิตและช่วยกันดูแลมิให้ถูกฉีกทำลาย

ข้อ 27 การซัก ตากและรีดเสื้อผ้า ให้กระทำในสถานที่ที่ทางหอพักจัดไว้ให้

ข้อ 28 ห้ามนิสิตนำบุคคลภายนอกหรือผู้เยี่ยมต่างเพศเข้าภายในหอพัก แต่จะสามารถรับรองแขกผู้มาเยี่ยมได้ในสถานที่ที่ทางหอพักจัดให้เท่านั้น

ข้อ 29 นิสิตไม่นำวัสดุหรือเครื่องใช้มาไว้ในห้องพักเกินความจำเป็น

ข้อ 30 นิสิตจะชุมนุมพบปะสังสรรค์รื่นเริงใดๆ ในหอพักโดยมิได้รับอนุญาตไม่ได้

ข้อ 31 นิสิตที่เจ็บป่วยโดยปัจจุบันทันด่วนให้นิสิตที่อยู่ใกล้ชิดแจ้งต่อเจ้าหน้าที่หอพัก เพื่อนำส่งสถานพยาบาล หากปรากฏว่านิสิตคนใดเจ็บป่วยด้วยโรคติดต่อที่ร้ายแรง ทางหน่วยหอพักจะนำย้ายออกไปยังสถานควบคุมโรคติดต่อและจะแจ้งให้ผู้ปกครองนิสิตทราบ

ข้อ 32 การตรวจรักษาที่สถานพยาบาลมหาวิทยาลัยบางกรณี หากนายแพทย์พิจารณาเห็นว่ายาที่ต้องใช้นั้นเป็นยานอกเหนือจากการที่ทางมหาวิทยาลัยจัดไว้ให้ นิสิตจะต้องเสียค่ายาเอง

ข้อ 33 ห้ามทำการประกอบอาหารทุกชนิดภายในห้องพัก

ข้อ 34 ห้ามนำอาวุธและวัตถุระเบิดทุกชนิดเข้ามาในบริเวณหอพัก

ข้อ 35 ห้ามมีและดื่มสุรา เมรัย รวมทั้งของมึนเมาและยาเสพติดให้โทษทุกชนิด

ข้อ 36 ห้ามเล่นการพนันทุกประเภท ถ้าปรากฏว่ามีอุปกรณ์การพนันใดๆ จะสันนิษฐานไว้ก่อนว่ามีเจตนาเพื่อการพนัน

ข้อ 37 ห้ามเลี้ยงสัตว์ทุกชนิดภายในบริเวณหอพัก

ข้อ 38 ห้ามใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ยกเว้นวิทยุขนาดเล็ก พัดลม และโคมไฟฟ้าเท่านั้น

ข้อ 39 ห้ามถอดถอน โยกย้าย ต่อเติมสิ่งของเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่างๆซึ่งมีไว้เพื่อส่วนรวมหรือห้ามนำไปใช้เฉพาะส่วนตัว

ข้อ 40 ห้ามสูบบุหรี่ภายในห้องพักโดยเด็ดขาด หากเกิดกรณีไฟไหม้อันเนื่องจากการสูบบุหรี่นิสิตจะต้องรับผิดชอบ

ข้อ 41 ห้ามก่อความไม่สงบในบริเวณหอพัก ยกเว้นกรณีที่มีงานประจำปีซึ่งทางหน่วยหอพักจะเป็นผู้อนุญาต

ข้อ 42 ห้ามเก็บรถจักรยานไว้ในที่ซึ่งมิได้กำหนดให้

ข้อ 43 ห้ามดัดแปลงต่อเติมสายไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมโดยเด็ดขาด

ข้อ 44 ห้ามมีการจำหน่ายของมึนเมา ยาเสพติดให้โทษ รวมไปจนถึงอุปกรณ์การพนันทุกชนิดภายในหอพัก

ข้อ 45 ให้เจ้าหน้าที่และอาจารย์หอพักปฏิบัติการให้เป็นไปตามระเบียบนี้

กฎระเบียบทุกข้อให้นิสิตทำความเข้าใจและถือปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ถ้ามีการกระทำใดๆ ที่ละเมิดระเบียบของหอพัก จะถูกตักเตือนและทำทัณฑ์บน ถ้าทำทัณฑ์บน 2 ครั้งต่อเนื่องกันจะถูกตัดสิทธิการอยู่หอพักทันที

ภาคผนวก ข.

การดำเนินการทดสอบหารูปแบบอาคารที่เหมาะสมตามหลักการของมาโฮนีย์

อาคารที่ดีควรตอบสนองในเรื่องประโยชน์ใช้สอยและความสบายของผู้ใช้เป็นสำคัญ ดังนั้นในการออกแบบอาคารจึงควรให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว เราจึงต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง และนำมาใช้ในการพิจารณาออกแบบเพื่อให้เกิดความสบายและประหยัดพลังงาน ซึ่งการศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดกรุงเทพมหานคร (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา) ตามหลักการของคาร์ล มาโฮนี่ย์ (Carl Mahoney) ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่นำมาใช้พิจารณาในการออกแบบอาคารในกรณีศึกษา ให้เกิดความสบายและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศเป็นสำคัญ

สภาวะความสบายในอาคาร

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศและการวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศเฉพาะท้องถิ่น จะทำให้สถาปนิกสามารถตัดสินใจในการออกแบบได้สะดวก เช่น การพิจารณาถึงลักษณะการจัดวางอาคาร รูปแบบอาคาร ระยะห่างระหว่างอาคาร หรือแม้กระทั่งสัดส่วนของห้อง และวัสดุที่ควรตัดสินใจเลือกใช้สำหรับผนังและหลังคา ซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงมากที่สุด ซึ่งหมายความถึงว่าเป็นส่วนที่ได้รับผลจากพลังแสงอาทิตย์ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับสภาวะความสบายในอาคารมากที่สุดนั่นเอง

สิ่งที่อำนวยต่อสถาปนิกในการออกแบบเป็นเบื้องต้น คือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของท้องถิ่นที่จะทำการออกแบบ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยานี้หมายถึง ตารางสถิติข้อมูลต่างๆทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางของลมประจำ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ซึ่งสถิติของข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาประกอบกัน ช่วยในการวิเคราะห์ของสถาปนิกในการออกแบบอาคารให้อยู่ในสภาวะความสบาย

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศและสถิติทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาเป็นข้อจำกัดในการออกแบบนั้น สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณาสภาพปกติซึ่งคาดว่าจะเป็นตัวกลางของสภาวะอากาศต่างๆ ไม่พิจารณาเฉพาะสภาพเลวสุดหรือดีสุด เพราะสภาพดังกล่าวไม่ใช่สภาวะโดยเฉลี่ย ซึ่งแตกต่างกับการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะออกแบบเพื่อรับสภาพที่มีปัญหามากที่สุดไว้ก่อน แต่ในทางสถาปัตยกรรมมิได้เป็นเช่นนั้น การเตรียมข้อจำกัดในการออกแบบสำหรับสภาวะที่ร้อนที่สุดหรือหนาวที่สุด มิได้ก่อให้เกิดผลดีในการออกแบบ เพราะสภาพดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยและไม่สม่ำเสมอ ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นจะสามารถชี้ได้ถึงความต้องการของการออกแบบ ส่วนข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับพิสัยของอุณหภูมิตลอดปี การวัดปริมาณน้ำฝน ทิศทางและความเร็วลม จะเป็นส่วนเสริมให้มีข้อจำกัดปลีกย่อยในการออกแบบมากขึ้น ทำให้ได้งานออกแบบที่สมบูรณ์ขึ้น

สภาวะความสบาย (Comfort zone) คืออะไร

สภาวะสบายในอาคาร หมายถึง สภาวะซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศพอเหมาะที่ทำให้คนรู้สึกสบาย ไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป ไม่มีเหงื่อออกในร่างกาย ไม่มีไอน้ำในอากาศมากจนอากาศชื้น หรือน้อยเกินไปจนอากาศแห้งหายใจไม่สะดวก ซึ่งสภาวะดังกล่าวเปรียบเสมือนสภาวะในอุดมการณ์ซึ่งเป็นไปได้ยาก เพราะนอกจากสภาวะสบายจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคลซึ่งวัดเปรียบเทียบได้ยาก การสุ่มตัวอย่างจากความรู้สึกของคนเพื่อพิจารณาพิสัยของสภาวะสบาย (Comfort Zone Range) ในแต่ละท้องถิ่น ควรได้อัตราส่วนความพอใจในสภาวะสบายนั้นๆตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป จึงจะสามารถจัดได้ว่าเป็นสภาวะสบาย

การพิจารณาสภาวะความสบายในทางกายภาพ สามารถพิจารณาได้ตามสภาพพื้นที่ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับอุณหภูมิของอากาศซึ่งแปรไปกับความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของที่นั้น หรืออาจกล่าวง่ายๆในการพิจารณาเขตของโลกในทางภูมิศาสตร์ว่า ผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะเคยชินและมีสภาวะความสบายอยู่ในระดับอุณหภูมิของอากาศที่สูงกว่าผู้ที่อาศัยในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว

อิทธิพลของภูมิอากาศต่ออาคารและการปรับให้พบกับสภาวะสบาย

ในการพิจารณาข้อจำกัดในการปรับสภาวะสบายในอาคาร สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณาและจัดกลุ่มข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา อาทิเช่น อุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำของแต่ละเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มสูงและต่ำสุดในกลุ่มต่ำ ตลอดจนปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนและตลอดปีด้วย ข้อมูลต่างๆเหล่านี้จะเป็นตัวชี้นำถึงกฎเกณฑ์และข้อกำหนดในการออกแบบ

การพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด หรือพิสัยของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน "diurnal range" (DR) จะเป็นข้อจำกัดเบื้องต้นที่ทำให้สถาปนิกมีมโนภาพเกี่ยวกับการออกแบบได้ ทั้งนี้เพราะหากพื้นที่ใดมีพิสัยระหว่างอุณหภูมิกลางวันและอุณหภูมิกลางคืนมาก คือ DR สูง แสดงว่าที่นั้นมีอากาศแห้ง แต่หากค่าของ DR ออกมาต่ำ แสดงว่าสภาพภูมิอากาศเป็นอากาศร้อนชื้น ท้องฟ้ามีเมฆมาก และหากพิจารณาให้ลึกซึ้งกว่านั้น การมีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนมาก (DR สูง) แสดงว่าที่นั้นๆได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงกลางวันอย่างมากและความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน ซึ่งแสดงว่าสถาปนิกจำเป็นต้องเตรียมการป้องกันแสงอาทิตย์ คือต้องพยายามให้ร่มเงาแก่อาคารในช่วงระยะเวลากลางวันและรักษาความร้อนส่วนหนึ่งไม่ให้ถูกดูดซึมรวดเร็วไปในช่วงระยะเวลากลางคืน สำหรับที่ที่มีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนน้อย (DR ต่ำ) คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูงคงที่ มีปริมาณความชื้นและน้ำฝนมาก จะบ่งชี้ไปถึงการเตรียมป้องกันน้ำฝน น้ำท่วม เชื้อรา ซึ่งมาจาก

ความชื้น มด แมลง ทั้งยังเป็นเสมือนสัญญาณบอกเหตุให้สถาปนิกจัดการเตรียมพืชคลุมดิน เพื่อช่วยในการดูดซึมน้ำฝนและกันแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อพื้นถนนอีกด้วย

การพิจารณาพิสัยเฉลี่ยต่อปี (Annual Mean Range - AMR) สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงความต้องการของประเภทโครงสร้างในแต่ละสภาพภูมิอากาศ เช่น หากที่ใดมีพิสัยเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดปี (AMR) สูง แสดงว่าอาคารนั้นต้องการผนังอาคาร ผนังระหว่างห้องและฝ้าเพดานที่มีความหนามาก เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกและพยายามลดอุณหภูมิภายใน หากที่ใดมีพิสัยต่ำ (AMR) ต่ำ แสดงว่าต้องการโครงสร้างที่บางเบา ไม่ต้องการการเก็บกันความร้อนมากเท่ากรณีแรก

ความเร็วและทิศทางของลมประจำ เป็นตัวกลางที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับระดับอุณหภูมิของอากาศ ทั้งยังเป็นตัวกำหนดทิศทางของการจัดวางอาคารในผังบริเวณ ตลอดจนมีอิทธิพลต่อรูปทรงและสัดส่วนของอาคารด้วย

ในการพิจารณาข้อสรุปของการกำหนดองค์ประกอบต่างๆของการออกแบบ เพื่อเป็นต้นความคิดในการออกแบบให้อาคารอยู่ในสภาวะสบาย สถาปนิกสามารถใช้รายละเอียดของตารางแสดงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นสถิติซึ่งใช้ในอุตุนิยมวิทยา ผนวกกับการพิจารณาตารางตามแนวความคิดของคาร์ล มาโฮนีย์ เพื่อวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อกำหนดของการกำหนดผังบริเวณ การวางทิศทางอาคาร รูปทรงและลักษณะโครงสร้าง โดยการบันทึกสถิติของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ จากตารางทางอุตุนิยมวิทยา (Climatological Data) ไปทีละขั้นตอน (ตามตารางแนบท้าย) การบันทึกตามวิธีของมาโฮนีย์ดังกล่าว จะทำให้ได้ข้อสรุปแนวทางในการออกแบบเพื่อให้อาคารอยู่ในสภาวะความสบายมากที่สุด

วิธีการหาข้อกำหนดของการออกแบบอาคารพักอาศัยที่สามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยพบกับสภาวะความสบาย โดยอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาผนวกกับการดำเนินการตามวิธีการของคาร์ล มาโฮนีย์ ตามลำดับขั้นตอน

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ต้องการ

- อุณหภูมิเฉลี่ยสูง (monthly mean maximum) ของแต่ละเดือน
- อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (monthly mean minimum) ของแต่ละเดือน
- ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเฉลี่ยสูงและปริมาณเฉลี่ยต่ำ
- ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน
- ทิศทางของลมประจำในแต่ละเดือน

ข้อมูลทั้งสิ้นที่ใช้ในการทดสอบหาข้อกำหนดดังกล่าวได้จากตารางการสำรวจทางอุตุนิยมวิทยา ของสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ.2534 - พ.ศ.2543 (ค.ศ.1991 – 2000)

✪ <u>การดำเนินการทดสอบโดยอาศัยตารางของมาโฮนีย์</u>

ข้อมูล : สถานีตรวจอากาศจังหวัดกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolis)

ปี : 1991 – 2000 (พ.ศ.2534 - พ.ศ.2543)

ตาราง 1 อุณหภูมิของอากาศ ($^{\circ}$c) (Mahoney Tables No.1)

1. บันทึกตัวเลขที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูง (monthly mean maximum) และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (monthly mean minimum) ของแต่ละเดือนลงในตาราง

2. บันทึกตัวเลขที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำลงในตารางถัดไปทางขวามือ

3. หาอุณหภูมิเฉลี่ยต่อไป (annual mean temperature) AMT โดยการรวมอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำเข้าด้วยกันและหารด้วย 2 ใส่ผลลัพธ์ในช่อง AMT ขวามือ

4. หาพิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำของแต่ละเดือน (monthly mean range) โดยการหาผลต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำของแต่ละเดือนใส่ตารางแถวล่างสุดของตาราง

5. หาพิสัยเฉลี่ยตลอดปี (annual mean range) AMR ของอุณหภูมิโดยการหาผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ ใส่ในช่อง AMR ขวาสุดของตาราง

<u>ตารางที่ 1</u> **(Mahoney Table No. 1)**

Table 1. Air Temperature (·c)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Monthly mean max.	32.5	33.3	34.6	**35.2**	34.9	33.8	33.1	32.8	32.7	32.4	32.4	31.6
Monthly mean min.	22.8	24.0	26.0	26.7	26.3	26.0	25.7	25.3	25.0	24.7	23.9	**22.4**
Monthly mean range	9.7	9.3	8.6	8.5	8.6	7.8	7.4	7.5	7.7	7.7	8.5	9.2

Highest	**AMT**
35.2	**28.8**
22.4	**12.8**
Lowest	**AMR**

ตาราง 2 ความชื้น ปริมาณน้ำฝนและลม

1. บันทึกตัวเลขของปริมาณเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์สูง(monthly mean maxima relative humidity) และปริมาณเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (monthly mean minima relative humidity) ของแต่ละเดือนลงในตาราง

2. หาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือน (average relative humidity) ของแต่ละเดือนบันทึกลงในตาราง

3. บันทึก กลุ่มของระดับความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Group) HG ของแต่ละเดือนโดยถือตามรหัสดังนี้

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย	กลุ่มของระดับความชื้นสัมพัทธ์ (HG)
ต่ำกว่าร้อยละ 30	1
ร้อยละ 30 - 50	2
ร้อยละ 50 - 70	3
ร้อยละ 70 ขึ้นไป	4

4. บันทึกตัวแรกแสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนเป็นมิลลิเมตรและรวมเป็นปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี ใส่ในตารางขวาสุดของช่องปริมาณน้ำฝน

5. บันทึกทิศทางลมประจำในตารางช่องล่างสุด

หมายเหตุ ทิศทางลมประจำ (secondary) ไม่สามารถบันทึกลงได้เพราะตารางทางอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจอากาศลำปางไม่ได้ตรวจสอบไว้ เนื่องจากมีผลต่อสภาพดินฟ้าอากาศน้อย

ตารางที่ 2 (Mahoney Table No. 2)

Table 2. Humidity, Rain, and Wind

	J	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
RH (percentage)												
Monthly mean max. a.m.	86	86	87	87	88	88	87	89	**92**	91	83	80
Monthly mean min. p.m.	**50**	**50**	53	54	57	59	60	61	63	61	52	53
Average	69	70	72	72	74	74	74	76	79	78	69	67
Humidity group (HG)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Rainfall (mm.)	9.5	19.8	30.9	100	234.4	165.4	170.9	244.7	342.0	271.5	28.0	2.5
Wind :												
Prevailing	S	S	S	S	S	S	S	S	W	N	NE	NE
Secondary												

ตาราง 3 การวินิจฉัยสภาพภูมิอากาศ

1. บันทึกกลุ่มของระดับความชื้นของแต่ละเดือน (HG) ตามตาราง 2 ลงในตาราง 3

2. พิจารณาอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (AMT)

3. ตรวจสอบขีดจำกัดของสภาวะสบาย (Comfort limits) โดยพิจารณาจากตารางของ comfort limits โดยพิจารณาพิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสัมพันธ์กับกลุ่มของความชื้นสัมพัทธ์ (HG) ในแต่ละเดือนและบันทึกในตาราง 3 โดยแบ่งลักษณะการพิจารณาพิสัยของ AMT เป็น 3 ระยะ คือสูงกว่า 20°c ระหว่าง 15°c - 20°c และต่ำกว่า 15°c

4. บันทึกอุณหภูมิเฉลี่ยสูง และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำของแต่ละเดือนในตาราง

5. พิจารณา AMT จากตาราง 1 และกลุ่มความชื้นสัมพัทธ์ (HG) เพื่อให้ได้อุณหภูมิของขีดจำกัดของความสบายลงในตาราง ทั้งกลางวัน (day comforts) และกลางคืน (night comfort)

6. เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยสูง (monthly mean maximum) และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (monthly mean minimum) ของแต่ละเดือนกับ Comfort Limits เพื่อวินิจฉัยสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาดังนี้

- ในกรณีที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น H
- ในกรณีที่อุณหภูมิอยู่ในพิสัยของ Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น -
- ในกรณีที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น C

Comfort Limits

		AMT over 20 ·c		**AMT 15 - 20 ·c**		**AMT under 15 ·c**		
Average RH (percentage)	**HG**	Day	Night	Day	Night	Day	Night	**HG**
0 - 30	**1**	26 - 34	17 - 25	23 - 32	14 - 23	21 - 30	12 - 21	**1**
30 - 50	**2**	25 - 31	17 - 24	22 - 30	14 - 22	20 - 27	12 - 20	**2**
50 - 70	**3**	23 - 29	17 - 23	21 - 28	14 - 21	19 - 26	12 - 19	**3**
70 - 100	**4**	22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	12 - 18	**4**

ตารางที่ 3 (Mahoney Table No.3)

Table 3. Diagnosis

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidity group	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Temperature (·c)												
Monthly mean max.	32.5	33.3	34.6	35.2	34.9	33.8	33.1	32.8	32.7	32.4	32.4	31.6
Day comfort max.	29	29	27	27	27	27	27	27	27	27	29	29
min.	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22	23	23
Monthly mean min.	22.8	24.0	26.0	26.7	26.3	26.0	25.7	25.3	25.0	24.7	23.9	22.4
Night comfort max.	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23
min.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Thermal stress												
Day	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Night	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-

ตารางที่ 4 การตรวจสอบ

การพิจารณาข้อมูลกลุ่มต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถหาข้อสรุปในการออกแบบ ซึ่งข้อสรุปนี้สามารถตรวจสอบได้โดยแยกเป็นสภาวะอากาศ 2 ลักษณะ คือ สภาวะที่เกี่ยวเนื่องกับความชื้น (Humid) และสภาวะอากาศร้อนหนาว (Arid) การตรวจสอบเพียงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งไม่สามารถให้ข้อสรุปในการออกแบบที่แท้จริงได้ ข้อสรุปของรูปลักษณะซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการออกแบบจะกระทำได้ภายหลังที่รวมการตรวจสอบต่างๆตลอดปีและนำมาประสานกันตามตารางที่ 4

การตรวจสอบสำหรับสภาวะอากาศซึ่งมีความสัมพันธ์กับความชื้น (Humid)

H_1 แสดงให้เห็นว่ากระแสลมที่เคลื่อนผ่านเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากมีสภาวะอุณหภูมิของอากาศสูง (อุณหภูมิช่วงกลางวัน = H) และมีความชื้นในอากาศสูงด้วย (HG = 4) หรือ
ในกรณีอากาศมีอุณหภูมิสูง (อุณหภูมิช่วงกลางวัน = H) และมีความชื้นในอากาศปานกลาง (HG = 2 หรือ 3)และมีพิสัยระหว่างอุณหภูมิของกลางวันและกลางคืนต่ำ (DR น้อยกว่า 10 ·c)

H_2 แสดงให้เห็นว่ากระแสลมเป็นสิ่งที่ต้องการ
เนื่องจาก อุณหภูมิอยู่ในพิสัยซึ่งสบาย (อุณหภูมิกลางวัน = -)
หรือมีความชื้นในอากาศมาก (HG = 4)

H_3 แสดงถึงความต้องการในการกันฝน และควรกระทำอย่างยิ่งเมื่อปริมาณน้ำฝนที่ตกเริ่มตั้งแต่ 200 ม.ม. ต่อเดือนเป็นต้นไป

การตรวจสอบสภาวะอากาศซึ่งมีความสัมพันธ์กับสภาพความร้อน - หนาว (Arid)

A_1 แสดงถึงความต้องการที่เก็บกักความร้อน ซึ่งต้องการเมื่อสภาพภูมิอากาศมีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนสูง (10 ·c หรือมากกว่า) ในขณะที่มีปริมาณความชื้นในอากาศปานกลางหรือต่ำ (HG = 1, 2 หรือ 3)

A_2 แสดงถึงความต้องการสถานที่พักผ่อนนอนหลับภายนอกอาคาร ซึ่งต้องการเมื่อสภาวะอุณหภูมิของอากาศตอนกลางคืนสูง (อุณหภูมิอากาศกลางคืน) ขณะที่ความชื้นในอากาศมีน้อย (HG = 1 หรือ 2)

A_3 บ่งชี้ว่าสภาพอากาศมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศหนาวเย็น ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศกลางวันต่ำกว่าขีดจำกัดความสบาย (comfort limits) Day thermal stress = c

การตรวจสอบเพื่อพิจารณาลักษณะภูมิอากาศเพื่อใส่เครื่องหมายตรวจสอบลงในตารางที่ 4 นั้น พิจารณาข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นแล้วใส่เครื่องหมายซึ่งตรงกับสภาวะลงในตารางของทุกๆ 1 เดือน และรวมปริมาณของเครื่องหมายไว้ในช่องรวม (Total) สุดท้ายด้านขวามือ

ตารางที่ 4 (Mahoney Table No.4)

Table 4. Indicators

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Totals
Humid													
H 1 Air movement (essential)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
H 2 Air movement (desirable)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			8
H 3 Rain Protection					✓			✓	✓	✓			4
Arid													
A 1 Thermal storage													0
A 2 Outdoor Sleeping													0
A 3 Cold - season problems													0

ตารางที่ 5

1. ตรวจสอบและพิจารณาปริมาณรวมของแต่ละขั้นตอนจากตารางที่ 4 เช็คลงในตารางที่ 5

2. การพิจารณาให้ทำทีละหัวข้อ เช่น ผังบริเวณ (lay out) ระยะระหว่าง (spacing) การเคลื่อนไหวของอากาศ (Air Movement) ฯลฯ

3. พิจารณาข้อเสนอแนะซึ่งตรงกับปริมาณรวม (Total) ของตาราง 4 ในตารางที่ 5 จะได้ข้อเสนอแนะสรุปของข้อกำหนดในการออกแบบเบื้องต้นเกี่ยวกับ

- การวางผังบริเวณ (lay out)
- ระยะห่างระหว่างอาคาร (Spacing)
- ความเคลื่อนไหวของอากาศ (Air Movement)
- ช่องเปิดในอาคาร (Openings)
- ผนัง (Wall)
- หลังคา (Roofs)
- ความต้องการการพักผ่อนนอกอาคาร (Outdoor Sleeping)

ตารางที่ 6

ลักษณะการตรวจสอบเช่นเดียวกับตารางที่ 5 คือใช้ผลสรุปจากตารางที่ 4 เพื่อทำการตรวจสอบ แต่เป็นการตรวจสอบในรายละเอียดขององค์ประกอบในการออกแบบซึ่งจะชี้ข้อจำกัดต่างๆคือ

- ขนาดของช่องเปิด (Size of openings)
- ระดับหรือตำแหน่งของช่องเปิด (Position of openings)
- การป้องกันช่องเปิด (Protection of openings)
- ผนังและพื้น (Walls and Floor)
- หลังคา (Roofs)
- การพิจารณาส่วนประกอบภายนอกอาคาร (External Surface Treatments)

ตารางที่ 5 (Mahoney No. 5)

Table 5. Sketch Design Recommodations

Indicator totals from table 4						Recommodation
Humid			Arid			
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
						Layout
			0 - 10			1. Buildings orientated on east - west axis to reduce exposure to sun
			11 or 12		5 - 12	
					0 - 4	2. Compact courtyard planning
						Spacing
11 or 12						3. Open spacing for breeze penetration
2 - 10						4. As 3, but protect from cold/ hot wind
0 or 1						5. Compact planning
						Air movement
3 - 12						6. Rooms single banked. Permanent provision for air movement
1 or 2			0 - 5			
			6 - 12			7. Double - banked rooms with temporary provision for air movement
0	2 - 12					
	0 or 1					8. No air movement requirement
						Openings
			0 or 1		0	9. Large openings, 40 - 80% of N and Swalls
			11 or 12		0 or 1	10. Very small openings, 10 - 20%
		Any other conditions				11. Medium openings, 20 - 40%
						Walls
			0 - 2			12. Light walls ; short time lag
			3 - 12			13. Heavy external and internal walls
						Roofs
			0 - 5			14. Light insulated roofs
			6 - 12			15. Heavy roofs ; over 8 hours' time lag
						Outdoor sleeping
				2 - 12		16. Space for outdoor sleeping required
						Rain protection
		3 - 12				17. Protection from heavy rain needed

ตารางที่ 6 (Mahoney No. 6)

Table 6. Element Design Recommodations

Indicator totals from table 4						Recommodation
Humid			Arid			
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
						Size of openings
			0 or 1		**0**	1. Large, 40 - 80% of N and S walls
					1 - 12	2. Medium, 25 - 40% of wall area
			2 - 5			
			6 - 10			3. Composite, 20 - 35% of wall area
			11 or 12		0 - 3	4. Small, 15 - 25% of wall area
					4 - 12	5. Medium, 25 - 40% of wall area
						Position of openings
3 - 12						6. Openings in N and S walls at bodyheight on the winward side
1 - 2			0 - 5			
			6 - 12			7. As above, but including openings in internal walls
0	2 - 12					
						Protection for openings
					0 - 2	8. Exclude direct sunlight
		2 - 12				9. Provide protection from rain
						Walls and floors
			0 - 2			10. Light : low heat capacity
			3 - 12			11. Heavy : over 8 hours' time lag
						Roofs
10 - 12			**0 - 2**			12. Light : reflective surface and cavity
			3 - 12			13. Light and well insulated
0 - 9			0 - 5			
			6 - 12			14. Heavy : over 8 hours' time lag
						External surface treatments
				1 - 12		15. Space for outdoor sleeping
		1 - 12				16. Adequate drainage for rainwater

จากการดำเนินการตามวิธีการของมาโฮนีย์ มาตั้งแต่ตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 6 ตามลำดับ ทำให้สามารถหาข้อกำหนดในการออกแบบอาคารให้พบกับสภาวะสบายและอุณหภูมิที่อยู่สบาย (Comfort Temperature) เพื่อเป็นตัวกำหนดเกณฑ์ในการเลือกอาคารที่จะทำการทดสอบความสบายในอาคาร โดยได้จากการอ่านผลสรุปจากตารางที่ 5 และ 6 ดังนี้

องค์ประกอบในการออกแบบ	รายละเอียดในองค์ประกอบ
1. ผังบริเวณ	- วางอาคารให้ส่วนแคบอยู่ทางแกนทิศตะวันออก และ ตะวันตกเพื่อช่วยลดรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์
2. พื้นที่ในอาคาร	- มีพื้นที่เปิดโล่งเพื่อการระบายอากาศที่ดี ไม่กั้นผนังทึบ
3. การระบายอากาศ	- อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายออกด้านเดียว (Room Single Banked) เพื่อให้มีทิศทางเปิดให้อากาศถ่ายเทได้ ไม่ควรมีห้องใช้งานซ้อนกัน
4. ช่องเปิด	- ขนาดใหญ่ ในปริมาณ 40 - 80 % ของพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้
5. ตำแหน่งของช่องเปิด	- ช่องเปิดในผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้ที่ระดับมนุษย์ (Body Height) ในทิศทางที่ลมพัดผ่าน
6. การป้องกันช่องเปิดของอาคาร	- หลีกเลี่ยงแสงตรงจากดวงอาทิตย์ - จัดให้มีเครื่องป้องกันฝนในเวลาที่มีฝนตกหนัก
7. ผนัง	- ผนังเบาและมี Time Lag สั้น
8. หลังคา	- วัสดุเบา ช่วยสะท้อนความร้อนและมีช่องว่างใต้หลังคา
9. การจัดพื้นที่ภายนอก	- มีการระบายน้ำฝนเพียงพอ

ภาคผนวก ค.

รายงานการประเมินผลโดยโปรแกรม OTTV 1.0a

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

หน้าที่-1

ชื่อโครงการ	หอพักชายที่ 14 (อาคารเดิม)
ชื่อบริเวณ	อาคาร 5 ชั้น
ชนิดบริเวณ	อาคารพักอาศัย
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	0.0 ตารางเมตร
ความสูงของบริเวณ (FL. to FL.)	3.0 เมตร
ค่า OTTV ของอาคาร	**36.31** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า RTTV ของอาคาร	**62.50** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	9.62	95.76	38.43	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	9.53	156.80	16.13	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	9.49	101.59	47.88	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	9.53	146.18	15.65	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	62.50	-	62.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

หน้าที่-2

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังทึบ	3.5	1.958	10.0	-	-	68.14
	รายการที่-2	ผนังทึบ	258.1	0.941	10.0	-	-	2429.10
	รายการที่-3	ผนังทึบ	28.5	0.941	11.0	-	-	295.00
	รายการที่-4	ผนังโปร่งแสง	145.7	5.610	0.0	-	-	13956.06
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			290.10	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			2792.24	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**9.62**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			145.70	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			13956.06	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**95.76**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**38.43**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-5	ผนังทึบ	195.6	0.941	10.0	-	-	1840.97
	รายการที่-6	ผนังทึบ	29.6	0.941	11.0	-	-	306.18
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	10.6	5.610	0.0	179.2	0.875	1655.81
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			225.20	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			2147.15	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**9.53**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			10.60	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			1655.81	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**156.80**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**16.13**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-8	ผนังทึบ	3.5	1.958	10.0	-	-	68.14
	รายการที่-9	ผนังทึบ	435.2	0.941	10.0	-	-	4095.42
	รายการที่-10	ผนังโปร่งแสง	313.6	5.610	0.0	177.6	0.572	31857.75

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

หน้าที่-3

พื้นที่ผนังทึบ	438.70	ตารางเมตร	
Q ของผนังทึบ	4163.56	วัตต์	
ค่า OTTV ของผนังทึบ	**9.49**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**	
พื้นที่ผนังโปร่งแสง	313.60	ตารางเมตร	
Q ของผนังโปร่งแสง	31857.75	วัตต์	
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง	**101.59**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**	
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้	**47.88**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**	

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-11	ผนังทึบ	195.6	0.941	10.0	-	-	1840.97
	รายการที่-12	ผนังทึบ	29.6	0.941	11.0	-	-	306.18
	รายการที่-13	ผนังโปร่งแสง	10.6	5.610	0.0	164.8	0.887	1543.64
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			225.20	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			2147.15	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**9.53**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			10.60	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			1543.64	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**146.18**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**15.65**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-14	หลังคาทึบ	937.5	2.232	28.0	-	-	58590.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			15937.50	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			996030.0	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**62.50**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**-**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**62.50**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

หน้าที่-1

ชื่อโครงการ	หอพักชายที่ 14 (อาคารนำเสนอ)
ชื่อบริเวณ	อาคาร 4 ชั้น
ชนิดบริเวณ	อาคารพักอาศัย
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	0.0 ตารางเมตร
ความสูงของบริเวณ (FL. to FL.)	3.0 เมตร
ค่า OTTV ของอาคาร	**27.35** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า RTTV ของอาคาร	**17.97** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	18.77	52.96	33.78	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	11.24	62.10	13.45	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	20.18	53.51	32.69	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	11.24	61.58	13.42	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	17.97	-	17.97	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

หน้าที่-2

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังทึบ	33.0	2.000	10.0	-	-	660.00
	รายการที่-2	ผนังทึบ	74.2	3.000	10.0	-	-	2227.20
	รายการที่-3	ผนังทึบ	141.6	0.900	15.0	-	-	1911.60
	รายการที่-4	ผนังทึบ	6.8	1.000	16.0	-	-	109.44
	รายการที่-5	ผนังทึบ	11.4	0.700	13.0	-	-	103.74
	รายการที่-6	ผนังโปร่งแสง	209.0	5.890	5.0	111.4	0.211	11069.05
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			267.00	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			5011.98	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**18.77**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			209.00	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			11069.05	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**52.96**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**33.78**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-7	ผนังทึบ	3.6	2.000	10.0	-	-	72.00
	รายการที่-8	ผนังทึบ	25.4	3.000	10.0	-	-	763.20
	รายการที่-9	ผนังทึบ	22.4	1.000	16.0	-	-	357.76
	รายการที่-10	ผนังทึบ	42.1	0.500	15.0	-	-	315.90
	รายการที่-11	ผนังทึบ	87.4	0.400	15.0	-	-	524.40
	รายการที่-12	ผนังโปร่งแสง	8.2	5.890	5.0	179.0	0.184	509.25
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			180.90	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			2033.26	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**11.24**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			8.20	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			509.25	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**62.10**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**13.45**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

หน้าที่-3

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-13	ผนังทึบ	33.0	2.000	10.0	-	-	660.00
	รายการที่-14	ผนังทึบ	74.2	3.000	10.0	-	-	2227.20
	รายการที่-15	ผนังทึบ	81.5	0.900	15.0	-	-	1100.79
	รายการที่-13	ผนังทึบ	52.1	0.900	15.0	-	-	703.89
	รายการที่-14	ผนังทึบ	16.0	1.800	17.0	-	-	489.60
	รายการที่-15	ผนังโปร่งแสง	154.4	5.890	5.0	178.2	0.135	8262.49
		พื้นที่ผนังทึบ			256.80	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			5181.48	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**20.18**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			154.40	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			8262.49	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**53.51**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**32.69**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-16	ผนังทึบ	3.6	2.000	10.0	-	-	72.00
	รายการที่-17	ผนังทึบ	25.4	3.000	10.0	-	-	763.20
	รายการที่-18	ผนังทึบ	22.4	1.000	16.0	-	-	357.76
	รายการที่-19	ผนังทึบ	42.1	0.500	15.0	-	-	315.90
	รายการที่-20	ผนังทึบ	87.4	0.400	15.0	-	-	524.40
	รายการที่-21	ผนังโปร่งแสง	8.2	5.890	5.0	171.5	0.189	504.96
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			180.90	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			2033.26	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			**11.24**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			8.20	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			504.96	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			**61.58**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			**13.42**	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

หน้าที่-4

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.C)	TD (C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-22	หลังคาทึบ	128.0	0.500	16.0	-	-	1024.00
	รายการที่-23	หลังคาทึบ	144.0	0.700	32.0	-	-	3225.60
	รายการที่-24	หลังคาทึบ	144.0	0.700	32.0	-	-	3225.60
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			416.00	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			7475.20	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			17.97	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			17.97	**วัตต์ ต่อ ตารางเมตร**		

ภาคผนวก ง.

รายงานการประเมินผลโดยโปรแกรม ARCHIPAK Version6.0

```
   Job: KU_DORM.                  - Location: BANGKOK.
                                  month: MAR.
   ------------------------------------------------------  ------------------------
-------------------  -------------------
        No ORI  Len    W/H     A   grp.code U       A.U     sgf    Rso    abs    asg
tlg    dcr     Y   A.Y       Gav    Qs      Qav
         1   2    3     4     5      6  7   8        9      10     11     12     13
 14     15   16    17        18     19      20
   ------------------------------------------------------  ------------------------
-------------------  -------------------
    1: 10  -1 42.50 12.80 544.00  4  30 1.09   595.4      -      -      -      -   0
.00  0.00  5.60 3046         0      0   -292
    2: 20 360 42.50  3.00  85.70  2  24 1.28   110.0      -   0.06   0.40      -   7
.39  0.46  1.78  152        39    102     48
    3: 21 360 38.00  1.10  41.80  1  01 5.30   221.5   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30  222        39    969    860
    4: 30  90 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -   8
.16  0.36  1.11   41        47     21     12
    5: 31  90  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30    9        47     50     45
    6: 40 180 37.70  3.00  72.82  2  22 1.28    93.5      -   0.06   0.40      -   8
.50  0.27  1.17   85        40     90     44
    7: 41 180 22.80  1.10  25.08  1  01 5.30   132.9   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30  133        40    605    540
    8: 42 180  7.60  2.00  15.20  2  90 3.24    49.2      -   0.06   0.70      -   0
.10  0.99  3.24   49        40     83     59
    9: 50 270 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -   8
.16  0.36  1.11   41        47     21     12
   10: 51 270  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30    9        47     50     45
   11: 60  -1 32.00 11.00 257.50  3  64 1.02   262.4      -   0.04   0.60      -   0
.41  1.00  2.18  562        87   -187   -315
   12: 61  -1 10.50  9.00  94.50  3  00 2.02   190.5      -   0.04   0.80      -   7
.29  0.39  5.79  548        87     -3    -96
   ------------------------------------------------------  ------------------------
-------------------  -------------------
   volume = 1632.0 m3              (W/K) qc =  1711.5
     (W/K) qa = 5877      (W)  1801      963
   air ch.=  15.0                      qv =  8160.0
                      Qi =   2160
                                          -------
                            ------
   bldg.response factor = 1.4             q  =  9871.5
                       Qs+i =   3961
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
   INTERNAL ELEMENTS 1: A= 96.0 Y= 5.10  A*Y=   490
                     2:    96.0    5.10         490
   ------------------------------------------------
             included in qa above:   AYsum =    979
   ------------------------------------------------
   Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAR:
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
h:    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13   14   15
16   17   18   19   20   21   22   23   24
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
To:21.8 21.1 20.5 20.1 20.0 20.3 21.3 22.7 24.5 26.5 28.2 29.7 30.7 31.0 30.9 30
.5 29.9 29.2 28.3 27.2 26.1 24.9 23.8 22.8

86:25.5 25.2 25.1 24.9 24.8 24.8 24.8 25.2 25.7 26.2 26.8 27.2 27.6 27.8 27.8 27
.7 27.5 27.3 27.0 26.8 26.5 26.3 26.0 25.7
Ti:25.5 25.2 25.1 24.9 24.8 24.8 24.8 25.2 25.7 26.2 26.8 27.2 27.6 27.8 27.8 27
.7 27.5 27.3 27.0 26.8 26.5 26.3 26.0 25.7
14:25.5 25.2 25.1 24.9 24.8 24.8 24.8 25.2 25.7 26.2 26.8 27.2 27.6 27.8 27.8 27
.7 27.5 27.3 27.0 26.8 26.5 26.3 26.0 25.7
```

```
   Job: KU_DORM.                    - Location: BANGKOK.
                                    month: JUN.
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
         No ORI  Len    W/H     A    grp.code U       A.U     sgf    Rso    abs    asg
tlg     dcr    Y   A.Y       Gav    Qs      Qav
         1   2    3      4     5      6  7   8        9       10     11     12     13
 14      15   16    17       18     19      20
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
    1: 10  -1 42.50 12.80 544.00  4  30 1.09  595.4      -      -      -      -   0
.00  0.00  5.60 3046         0     0    -287
    2: 20 360 42.50  3.00  85.70  2  24 1.28  110.0      -   0.06   0.40      -   7
.39  0.46  1.78  152        47   124      71
    3: 21 360 38.00  1.10  41.80  1  01 5.30  221.5   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30  222        47  1175    1068
    4: 30  90 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51   18.6      -   0.06   0.40      -   8
.16  0.36  1.11   41        41    18       9
    5: 31  90  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30    9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30    9        41    44      39
    6: 40 180 37.70  3.00  72.82  2  22 1.28   93.5      -   0.06   0.40      -   8
.50  0.27  1.17   85        34    77      31
    7: 41 180 22.80  1.10  25.08  1  01 5.30  132.9   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30  133        34   513     449
    8: 42 180  7.60  2.00  15.20  2  90 3.24   49.2      -   0.06   0.70      -   0
.10  0.99  3.24   49        34    71      47
    9: 50 270 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51   18.6      -   0.06   0.40      -   8
:16  0.36  1.11   41        41    18       9
   10: 51 270  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30    9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00  5.30    9        41    44      39
   11: 60  -1 32.00 11.00 257.50  3  64 1.02  262.4      -   0.04   0.60      -   0
.41  1.00  2.18  562        77  -251    -378
   12: 61  -1 10.50  9.00  94.50  3  00 2.02  190.5      -   0.04   0.80      -   7
.29  0.39  5.79  548        77   -66    -157
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
   volume = 1632.0 m3                (W/K) qc =  1711.5
     (W/K) qa = 5877      (W)  1766      940
   air ch.=  15.0                       qv =  8160.0
                        Qi =   2160
                                                -------
                                -------
   bldg.response factor = 1.4            q  =  9871.5
                       Qs+i =   3926
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
   INTERNAL ELEMENTS 1: A= 96.0 Y= 5.10  A*Y=   490
                     2:    96.0    5.10         490
   ------------------------------------------------------------------------
            included in qa above:   AYsum =    979
   ------------------------------------------------------------------------
   Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JUN:
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
h:    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13   14   15
16   17   18   19   20   21   22   23   24
   ------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
To:22.0 21.1 20.5 20.1 20.0 20.4 21.4 23.0 25.0 27.0 29.0 30.6 31.6 32.0 31.9 31
.5 30.9 30.0 29.0 27.9 26.6 25.4 24.1 23.0

86:25.7 25.4 25.2 25.0 24.9 24.9 25.0 25.4 25.9 26.4 27.0 27.5 27.9 28.1 28.1 28
.0 27.8 27.6 27.3 27.1 26.8 26.5 26.2 25.9
Ti:25.7 25.4 25.2 25.0 24.9 24.9 25.0 25.4 25.9 26.4 27.0 27.5 27.9 28.1 28.1 28
.0 27.8 27.6 27.3 27.1 26.8 26.5 26.2 25.9
14:25.7 25.4 25.2 25.0 24.9 24.9 25.0 25.4 25.9 26.4 27.0 27.5 27.9 28.1 28.1 28
.0 27.8 27.6 27.3 27.1 26.8 26.5 26.2 25.9
```

```
   Job: KU_DORM.                    - Location: BANGKOK.
                                    month: SEP.
   ------------------------------------------------------   ------------------------
-------------------    -------------------
        No ORI  Len    W/H     A    grp.code U       A.U      sgf    Rso    abs    asg
tlg    dcr     Y   A.Y       Gav    Qs      Qav
         1   2     3      4     5      6  7   8        9       10     11     12     13
 14     15   16     17        18     19       20
   ------------------------------------------------------   ------------------------
-------------------    -------------------
    1: 10   -1 42.50 12.80 544.00  4  30 1.09   595.4      -      -      -      -    0
.00   0.00   5.60 3046         0      0    -220
    2: 20  360 42.50  3.00  85.70  2  24 1.28   110.0      -   0.06   0.40      -    7
.39   0.46   1.78  152        33     87      46
    3: 21  360 38.00  1.10  41.80  1  01 5.30   221.5   0.60      -      -   0.53
 -    1.00   5.30  222        33    823     741
    4: 30   90 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -    8
.16   0.36   1.11   41        37     16      10
    5: 31   90  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -    1.00   5.30    9        37     39      35
    6: 40  180 37.70  3.00  72.82  2  22 1.28    93.5      -   0.06   0.40      -    8
.50   0.27   1.17   85        32     71      36
    7: 41  180 22.80  1.10  25.08  1  01 5.30   132.9   0.60      -      -   0.53
 -    1.00   5.30  133        32    475     426
    8: 42  180  7.60  2.00  15.20  2  90 3.24    49.2      -   0.06   0.70      -    0
.10   0.99   3.24   49        32     65      47
    9: 50  270 12.80  3.00  36.64  2  26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -    8
.16   0.36   1.11   41        37     16      10
   10: 51  270  1.60  1.10   1.76  1  01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -    1.00   5.30    9        37     39      35
   11: 60   -1 32.00 11.00 257.50  3  64 1.02   262.4      -   0.04   0.60      -    0
.41   1.00   2.18  562        68   -307    -404
   12: 61   -1 10.50  9.00  94.50  3  00 2.02   190.5      -   0.04   0.80      -    7
.29   0.39   5.79  548        68   -119    -190
   ------------------------------------------------------   ------------------------
-------------------    -------------------
   volume = 1632.0 m3          (W/K) qc =  1711.5
     (W/K) qa = 5877      (W)  1204     571
   air ch.=  15.0                    qv =  8160.0
                      Qi =   2160
                                          -------
                           ------
   bldg.response factor = 1.4          q  =  9871.5
                       Qs+i =   3364
   ------------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
   INTERNAL ELEMENTS 1: A= 96.0 Y= 5.10  A*Y=   490
                     2:    96.0    5.10         490
   ---------------------------------------------
             included in qa above:   AYsum =    979
   ---------------------------------------------
   Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for SEP:
   ------------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
h:    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13   14   15
16   17   18   19   20   21   22   23   24
   ------------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
To:21.7 21.0 20.4 20.1 20.0 20.3 21.2 22.5 24.1 25.9 27.5 28.8 29.7 30.0 29.9 29
.6 29.0 28.3 27.5 26.5 25.5 24.5 23.5 22.5

86:24.7 24.5 24.3 24.2 24.1 24.1 24.1 24.4 24.9 25.3 25.8 26.2 26.5 26.7 26.7 26
.7 26.5 26.3 26.0 25.9 25.6 25.4 25.2 24.9
Ti:24.7 24.5 24.3 24.2 24.1 24.1 24.1 24.4 24.9 25.3 25.8 26.2 26.5 26.7 26.7 26
.7 26.5 26.3 26.0 25.9 25.6 25.4 25.2 24.9
14:24.7 24.5 24.3 24.2 24.1 24.1 24.1 24.4 24.9 25.3 25.8 26.2 26.5 26.7 26.7 26
```

```
   Job: KU_DORM.                  - Location: BANGKOK.
                                  month: DEC.
   ------------------------------------------------   ------------------------
-------------------   -------------------
        No ORI   Len    W/H     A    grp.code U       A.U     sgf    Rso    abs    asg
tlg    dcr     Y   A.Y       Gav     Qs      Qav
        1   2     3      4      5      6  7    8        9       10     11     12     13
 14     15    16     17        18     19       20
   ------------------------------------------------   ------------------------
-------------------   -------------------
    1: 10   -1 42.50 12.80 544.00   4   30 1.09   595.4      -      -      -      -   0
.00  0.00   5.60 3046          0      0    -246
    2: 20  360 42.50  3.00  85.70   2   24 1.28   110.0      -   0.06   0.40      -   7
.39  0.46   1.78  152          32     84      39
    3: 21  360 38.00  1.10  41.80   1   01 5.30   221.5   0.60      -      -   0.53
 -   1.00   5.30  222          32    801     710
    4: 30   90 12.80  3.00  36.64   2   26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -   8
.16  0.36   1.11   41          38     17       9
    5: 31   90  1.60  1.10   1.76   1   01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00   5.30    9          38     40      36
    6: 40  180 37.70  3.00  72.82   2   22 1.28    93.5      -   0.06   0.40      -   8
.50  0.27   1.17   85          43     95      57
    7: 41  180 22.80  1.10  25.08   1   01 5.30   132.9   0.60      -      -   0.53
 -   1.00   5.30  133          43    640     585
    8: 42  180  7.60  2.00  15.20   2   90 3.24    49.2      -   0.06   0.70      -   0
.10  0.99   3.24   49          43     88      68
    9: 50  270 12.80  3.00  36.64   2   26 0.51    18.6      -   0.06   0.40      -   8
.16  0.36   1.11   41          38     17       9
   10: 51  270  1.60  1.10   1.76   1   01 5.30     9.3   0.60      -      -   0.53
 -   1.00   5.30    9          38     40      36
   11: 60   -1 32.00 11.00 257.50   3   64 1.02   262.4      -   0.04   0.60      -   0
.41  1.00   2.18  562          70   -296    -404
   12: 61   -1 10.50  9.00  94.50   3   00 2.02   190.5      -   0.04   0.80      -   7
.29  0.39   5.79  548          70   -108    -187
   ------------------------------------------------   ------------------------
-------------------   -------------------
   volume = 1632.0 m3                (W/K) qc =  1711.5
     (W/K) qa = 5877      (W)  1418      712
   air ch.=  15.0                       qv =  8160.0
                        Qi =   2160
                                                -------
                              ------
   bldg.response factor = 1.4              q  =  9871.5
                        Qs+i =   3578
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
   INTERNAL ELEMENTS 1: A= 96.0 Y= 5.10  A*Y=   490
                     2:    96.0    5.10         490
   ------------------------------------------------
             included in qa above:   AYsum =    979
   ------------------------------------------------
   Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for DEC:
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
h:    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13   14   15
16   17   18   19   20   21   22   23   24
   ------------------------------------------------------------------------------
-----------------------------------------
To:21.7 21.0 20.4 20.1 20.0 20.3 21.2 22.5 24.1 25.9 27.5 28.8 29.7 30.0 29.9 29
.6 29.0 28.3 27.5 26.5 25.5 24.5 23.5 22.5

86:24.7 24.5 24.4 24.2 24.1 24.1 24.2 24.5 24.9 25.4 25.9 26.3 26.7 26.8 26.8 26
.7 26.6 26.4 26.1 25.9 25.7 25.5 25.2 25.0
Ti:24.7 24.5 24.4 24.2 24.1 24.1 24.2 24.5 24.9 25.4 25.9 26.3 26.7 26.8 26.8 26
.7 26.6 26.4 26.1 25.9 25.7 25.5 25.2 25.0
14:24.7 24.5 24.4 24.2 24.1 24.1 24.2 24.5 24.9 25.4 25.9 26.3 26.7 26.8 26.8 26
.7 26.6 26.4 26.1 25.9 25.7 25.5 25.2 25.0
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาวชนาธิป มานิจสิน เกิดเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2517 ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรม) จากมหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2540 บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการงานก่อสร้าง) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2544

ปี พ.ศ. 2538 ฝึกงานในตำแหน่งพนักงานฝ่ายสถาปัตยกรรม บริษัท อัลไพน์ เรียล เอสเตท จำกัด และ บริษัท อัลไพน์ กอล์ฟ แอนด์ สปอร์ตคลับ จำกัด

ปี พ.ศ. 2540 เข้าร่วมประกวดออกแบบ "โกรเฮ่ ดีไซน์ อะวอร์ด 2540" ระดับภูมิภาค ครั้งที่ 2

ปี พ.ศ. 2542 ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ออกแบบอาคารทางเข้าออกหลัก ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ อาคารอิมแพ็ค เมืองทองธานี ของ บริษัท บางกอก แอร์พอร์ท อินดัสทรี จำกัด

ปี พ.ศ. 2543 ออกแบบอาคารโรงเก็บสินค้า ของ บริษัท ศิริสยาม จำกัด, ออกแบบอาคารสำนักงาน ของ บริษัท กรกนก วิศวกรรม จำกัด

ปี พ.ศ. 2544 ออกแบบอาคารสำนักงาน ของ บริษัท สยามเทค แอนด์ ดีเวลล็อป จำกัด, ออกแบบอาคารพักอาศัย ของ คุณบุญช่วย เรี่ยวแรง

ปี พ.ศ. 2545 ออกแบบอาคารขายสินค้าเครือซีเมนต์ไทย ของ หจก. สหะชัยลำนารายณ์, ออกแบบอาคารโรงเก็บสินค้า ของ บริษัท เมโทร เอซ แอนด์ เรส จำกัด

ปัจจุบันประกอบอาชีพสถาปนิก